

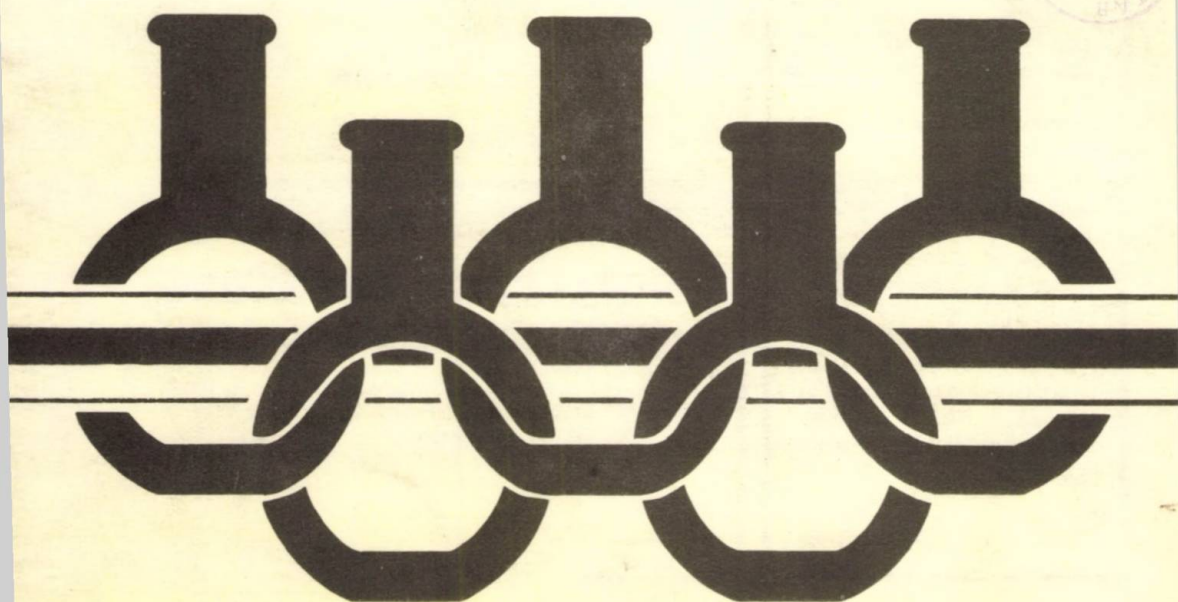
A KÉMIA TANÍTÁSA

1

XXVIII. ÉVF

1989.

A MŰVELŐDÉSI MINISZTERIUM MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA



A KÉMIA TANÍTÁSA

A MŰVELŐDÉSI
MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI
FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:
KECSKÉS ANDRÁSNE

Szerkeszti:
A SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Szerkesztőség:
(1087 Budapest VIII., Berzsenyi D. u. 6.)
Országos Pedagógiai Intézet Természet-
tudományi Osztálya. Telefon: 114-1008
Kiadja: a Tankönyvkiadó, 1055 Buda-
pest V., Szalay utca 10-14. – A ki-
adásért felelős: a Tankönyvkiadó igaz-
gatója. – Terjeszti a Magyar Posta. Elő-
fizethető a hírlapkézesítő postahiva-
taloknál és a Posta Központi Hírlap Iro-
dánál (postacím: Budapest V., József
Nádor tér 1. 1900) közvetlenül vagy
postautalványon, valamint átutalással
a KHI 115-96 162 pénzforgalmi jelző-
számra. Előfizetési díj egy évre 42. Ft.
Megjelenik: évente hatszor.

ISSN 0451-6419

Kérjük a Kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket
gépelve, két példányban
küldjék meg a szerkesztő-
ség fenti címére! – A papí-
r lapnak csak egyik oldalára,
kettes sortávolsággal írja-
nak! Egy-egy oldalra 30
sort gépeljenek! A sor
hossza 60 betűhely. A
cikketek terjedelme legfel-
jebb 4-5 gépelt oldal
legyen! A rajzokat, táblá-
zatokat külön lapon, meg-
felelő ábraszöveggel (alá-
írással) ellátva küldjék be!
Kérjük, tüntessék fel pon-
tos laccímüket és személyi
számukat is!

Szerkesztőség

A SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

Dr. Korner Miklósné, Michalovszky Csabáné,
Szabó Lászlóné, dr. Rozgonyi Jánosné,
dr. Pálfalvi Aladárné, Pfeiffer Ádám,
dr. Szűcs László

Címlapon: A XX. Nemzetközi Kémiai
Diákolimpia emblémája

TARTALOM

Tóth Zoltán – Soltész György: Oldatokkal és reaktív rendszerrel kapcsolatos számítások tömegtört segítségével	1
Répus László: A kémiai számítások tanításának egyes kérdései	6
Wajand Judit – Róka András: Az 1987-1988. évi OKTV Kémiaverseny harmadik fordulójának fel- adatai és értékelésük. (Az általános tantervű gimnáziumi osztályok tanulói számára. (I. kate- gória)	12
Hartmann Hildegard – Botyánszky János: az OKTV Kémiaverseny harmadik fordulójának feladatai, 1987/88. (II. kategória)	19
Orsós Piroska – Samu János: A XX. Nemzetközi Kémiai Diákolimpia	24

Oldatokkal és reaktív rendszerekkel kapcsolatos számítások tömegtört segítségével

Az oldatokkal kapcsolatos számítási feladatok megoldására több módszer is ismeretes [1–4]. A következőkben egyre bonyolultabb feladatokon keresztül bemutatjuk a tömeg-tört segítségével történő megoldást, amely a tömegtört formális megfogalmazásával reaktív rendszerekre is kiterjeszthető.

I. A tömegtört fogalma és számítása

A *tömegtört* (w) megmutatja, hogy egy rendszer adott komponensének tömege hogyan aránylik a rendszer össztömegéhez:

$$w_i = \frac{m_i}{m_{\text{össz}}} \quad (1)$$

Könnnyen belátható, hogy a tömegtört az ún. tömegszázalék értékének századrésze.

A tömegtört számításának gyakorlása céljából oldjuk meg a következő feladatokat!

1. feladat

Számoljuk ki a réz-szulfát tömegtörtjét a következő kétkomponensű rendszerekben:

- a) 12 tömeg%-os CuSO_4 -oldat;
- b) 56 g CuSO_4 -ból és 500 g vízből álló oldat;
- c) 20 °C-on telített CuSO_4 -oldat – oldhatóság:
20,6 g CuSO_4 /100 g víz;
- d) kristályos réz-szulfát: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Megoldás.

$$a) w_{\text{CuSO}_4} = \frac{12 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 0,12$$

$$c) w_{\text{CuSO}_4} = \frac{20,6 \text{ g}}{(20,6 + 100) \text{ g}} = 0,171$$

$$b) w_{\text{CuSO}_4} = \frac{56 \text{ g}}{(56 + 500) \text{ g}} = 0,101$$

$$d) w_{\text{CuSO}_4} = \frac{159,5 \text{ g}}{(159,5 + 90) \text{ g}} = 0,639$$

A kapott tömegtört a rendszer össztömegétől függetlenül jellemzi a rendszer összetételét. Egy adott komponens tömegtörtje és a rendszer össztömege ismeretében az (1) összefüggésből nyerhető

$$m_i = w_i \cdot m_{\text{össz}} \quad (2)$$

egyenlet alapján kiszámíthatjuk az adott komponens tömegét is.

2. feladat

Számoljuk ki, hogy hány gramm CuSO_4 van az 1. feladatban szereplő rendszerek 200–200 grammjában?

Megoldás:

$$a) m_{\text{CuSO}_4} = 0,12 \cdot 200 \text{ g} = 24 \text{ g}$$

$$b) m_{\text{CuSO}_4} = 0,101 \cdot 200 \text{ g} = 20,2 \text{ g}$$

$$c) m_{\text{CuSO}_4} = 0,171 \cdot 200 \text{ g} = 34,2 \text{ g}$$

$$d) m_{\text{CuSO}_4} = 0,639 \cdot 200 \text{ g} = 127,8 \text{ g}$$

II. A tömegtrőtt felhasználása oldatokkal kapcsolatos számításokban

A) A számítás menete

1. Annak tisztázása és felírása, hogy milyen anyagokból milyen anyagok keletkeznek.
2. Az egyes rendszerek össztömegeinek megadása a tömegmegmaradás törvénye alapján.
3. Az egyes rendszerek adott komponense (például az oldott anyag) tömegtrőttjének felírása.
4. Az egyes rendszerekhez tartozó tömegek és tömegtrőttek sorozataként az adott komponens tömegeinek előállítása.
5. Az adott komponens tömegeire a tömegmegmaradás törvényének alkalmazása.
6. A kapott egyenlet megoldása.

B) Számítások nemreaktív rendszerek (oldás, hígítás, keverés, kristályosítás) esetén.

3. feladat

Hány tömeg%-os az az oldat, amelyet úgy készítettünk, hogy összekevertünk 80 g 10%-os és 50 g 40%-os NaOH-oldatot?

Megoldás:

	10%-os oldat	+	40%-os oldat	→	x%-os oldat
$m_{\text{össz.}}$	80 g		50 g		(80 + 50) g
w_{NaOH}	$\frac{10}{100}$		$\frac{40}{100}$		$\frac{x}{100}$
m_{NaOH}	$\frac{10}{100} \cdot 80 \text{ g}$		$\frac{40}{100} \cdot 50 \text{ g}$		$\frac{x}{100} (80 + 50) \text{ g}$
	$\frac{10}{100} \cdot 80$	+	$\frac{40}{100} \cdot 50$	=	$\frac{x}{100} (80 + 50)$

$$x = 21,54 \%$$

4. feladat

Hány gramm 100 °C-on telített NaCl-oldatot kell 10 °C-ra hűteni, hogy 11,2 g NaCl-ot kapjunk? A NaCl oldhatósága 100 °C-on 39,8 g/100 g víz; 10 °C-on 35,8 g/100 g víz.

Megoldás:

	100 °C-os oldat	→ NaCl	+	10 °C-os oldat
$m_{\text{össz.}}$	$x \text{ g}$	11,2 g		$(x - 11,2) \text{ g}$
w_{NaCl}	$\frac{39,8}{139,8}$	1		$\frac{35,8}{135,8}$
m_{NaCl}	$\frac{39,8}{139,8} x \text{ g}$	11,2 g		$\frac{35,8}{135,8} (x - 11,2) \text{ g}$
	$\frac{39,8}{139,8} x$	= 11,2	+	$\frac{35,8}{135,8} (x - 11,2)$

$$x = 390,9 \text{ g}$$

5. feladat

Hány tömeg%-os az a réz-szulfát-oldat, amelyet úgy készítettünk, hogy 50 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -ot oldottunk 450 g 2 tömeg%-os réz-szulfát-oldatban?

Megoldás:

	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	2%-os oldat	→	x%-os oldat
$m_{\text{össz.}}$	50 g	450 g		$(50 + 450) \text{ g}$
w_{CuSO_4}	$\frac{159,5}{249,5}$	$\frac{2}{100}$		$\frac{x}{100}$
m_{CuSO_4}	$\frac{159,5}{249,5} 50 \text{ g}$	$\frac{2}{100} 450 \text{ g}$		$\frac{x}{100} (50 + 450) \text{ g}$
	$\frac{159,5}{249,5} 50$	+ $\frac{2}{100} 450$	=	$\frac{x}{100} (50 + 450)$

$$x = 8,2\%$$

C) Számítások reaktív rendszerekben

A reaktív rendszerekben két vagy több anyag közötti kémiai reakció termékeként kapjuk a tulajdonképpeni oldott anyagot, például kén-trioxid és víz reakciója kénsav-oldatot, nátrium és víz reakciója nátrium-hidroxid-oldatot, nátrium-hidroxid és ecetsav reakciója nátrium-acetát-oldatot ad. Ezekben a rendszerekben a *reakciópartnerek egyikét* tekintjük „oldatnak”, olyan oldatnak, amelynek a „tömeg törtjét” a reakció sztöchiometriai egyenlete alapján adhatjuk meg, úgy mint a reakció során képződő termék (oldott anyag!) tömegének és a képződéséhez szükséges egyik anyag tömegének hányadosát. Ennek szemléltetésére oldjuk meg a következő három feladatot:

6. feladat

60 gramm 5 tömeg%-os kénsavoldatban elnyeletünk 5 dm³ standardállapotú SO₃-ot. Hány tömeg%-os lesz az így nyert kénsavoldat?

Megoldás:

	SO ₃	+	5%-os H ₂ SO ₄ -oldat	→	x%-os H ₂ SO ₄ -oldat
$m_{\text{össz.}}$	$\frac{5}{24,5}$ 80 g		60 g		$(\frac{5}{24,5} 80 + 60)$ g
$w_{\text{H}_2\text{SO}_4}$	$\frac{98}{80}$ (*)		$\frac{5}{100}$		$\frac{x}{100}$
$m_{\text{H}_2\text{SO}_4}$	$\frac{98}{80} \cdot \frac{5}{24,5} 80$ g		$\frac{5}{100} 60$ g		$\frac{x}{100} (60 + \frac{5}{24,5} 80)$ g

(* Mivel 80 g SO₃ 98 g kénsavnak felel meg)

$$\frac{98}{80} \cdot \frac{5}{24,5} 80 + \frac{5}{100} 60 = \frac{x}{100} (60 + \frac{5}{24,5} 80)$$

$$x = 30,1\%$$

7. feladat

Hány gramm nátriumot kell 200 cm³ 10 tömeg%-os, 1,11 g/cm³ sűrűségű nátrium-hidroxid-oldatban feloldani, hogy a keletkező oldat 20 tömeg% nátrium-hidroxidot tartalmazzon?

Megoldás:

	Na	+	10%-os NaOH-oldat	→	20%-os NaOH-oldat	+	H ₂
$m_{\text{össz.}}$	x g		200 · 1,11 g		$(x + 200 \cdot 1,11 + \frac{x}{23})$ g		$\frac{x}{23}$ g
w_{NaOH}	$\frac{40}{23}$		$\frac{10}{100}$		$\frac{20}{100}$		0
m_{NaOH}	$\frac{40}{23} x$ g		$\frac{10}{100} 200 \cdot 1,11$ g		$\frac{20}{100} (x + 200 \cdot 1,11 + \frac{x}{23})$ g		0 g

$$\frac{40}{23} x + \frac{10}{100} 200 \cdot 1,11 = \frac{20}{100} (x + 200 \cdot 1,11 + \frac{x}{23})$$

$$x = 14,34 \text{ g}$$

8. feladat

300 gramm ecetsavoldatot 547,3 gramm 27,19 tömeg%-os NaOH-oldat közömbösít. A keletkező oldatból 20 °C-on 126,48 g $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ összetételű só válik ki. 100 gramm víz hány gramm sót tud oldani 20 °C-on?

Megoldás:

	CH_3COOH -oldat	+	NaOH-oldat	→	$\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	+	CH_3COONa -oldat
$m_{\text{össz.}}$:	300 g		547,3 g		126,48 g		(300 + 547,3 – 126,48)g
$w_{\text{CH}_3\text{COONa}}$:	0		$\frac{82}{40}$		$\frac{82}{136}$		$\frac{x}{100+x}$
$m_{\text{CH}_3\text{COONa}}$:	0 g		$\frac{82}{40} \cdot 547,3$	$\frac{27,19}{100}$	$\frac{82}{136} \cdot 126,48$ g		$\frac{x}{100+x} \cdot (300 + 547,3 - 126,48)$ g

(* Mivel az oldatnak csak 27,19 %-a NaOH!)

$$\frac{82}{40} \cdot 547,3 \cdot \frac{27,19}{100} = \frac{82}{136} \cdot 126,48 + \frac{x}{100+x} \cdot (300 + 547,3 - 126,48)$$

$$x = 46,5 \text{ g}$$

III. Következtetések

Az itt bemutatott számítási módszer előnyeit a következőkben foglalhatjuk össze:

- A megoldás a feladatok széles skálájára (nemreaktív és reaktív rendszerek) alkalmazható, és egyszerű algoritmussal megoldható.
- A tömeghányad használatával elkerüljük a százalékszámításkor szokásos aránypárokkal való fölösleges műveleteket.
- A megoldási módszer a bemutatott táblázatkészítéssel szemléletessé és egyszerűbbé tehető.
- A tömeghányaddal való számolás nagyon sok olyan elemet tartalmaz, amely később egyszerűbbé teszi az oldatok térfogatával és koncentrációjával való számolást, például a $c_1 V_1 = c_2 V_2$ hígítási egyenlet használatát.

- [1] Maleczkiné Szeness Márta: Szervetlen kémiai feladatok és megoldások. Tankönyvkiadó, Budapest, 1975. 29 – 30. oldal
- [2] Dr. Forgács József: A Kémia Tanítása, XXV (1986) 12.
- [3] Dóczi Róbertné: A Kémia Tanítása, XXV (1986) 88.
- [4] Karakas Gábor: A Kémia Tanítása, XVIII (1979) 25.

A kémiai számítások tanításának egyes kérdései

(SI alkalmazása, mennyiségi egyenletek)

Bevezetés

A kémia tanításának minden oktatási formában feladata a helyes mennyiségi szemlélet kialakítása. Dolgozatomban a vegyész szakcsoport általános kémiai tantárgyához kapcsolódó számításokkal foglalkozom. A mennyiségeket az SI-mértékegységrendszer alkalmazását elrendelő szabvány [1] szerint jelölöm, értelmezem, származtatom. Így lehetővé válik a különböző mennyiségek közötti összefüggések egyenletekkel való leírása.

Túl kell lépni a mai gyakorlaton, amely szerint a kémiai feladatok megoldása gyakran nem több, mint hármasszabályok („vegyészintegrálok”) sorozata. Az egyértelmű mennyiségi kapcsolatok feltárása megteremti a lehetőséget a számítástechnika alkalmazásának is. Fontosnak tartom azt is, hogy a számértékek (korábban: mérőszámok) pontossága megfelelő legyen [2].

Nekünk, kémiát tanító tanároknak az a feladatunk, hogy saját mennyiségi szemléletünket korszerűsítve tanulóinkat magasabb tudásszintre emeljük.

Irodalmi áttekintés

Az SI-mértékegységrendszerben a kémikusok számára a legnagyobb újdonság az, hogy az anyagmennyiséget mint alapegységet szerepelteti. Ma Magyarországon szabvány rögzíti a használható mennyiségeket, azok betűjelét, ami mellett indexben [1], de újabban zárójelben [3] feltüntetik az anyag minőségét is:

például: $n_{\text{Na}} = 2 \text{ mol}$ vagy $n(\text{Na}) = 2 \text{ mol}$.

A szabvány bevezette a tömeghányad, térfogathányad fogalmakat. Az egyenértékű tömeg megszüntetése a térfogatossal az analízis számításainak újragondolását tette szükségessé [4, 5]. Nem használható a vegyszázalék, hisz százalékot képezni csak azonos mértékegységű mennyiségek hányadosából szabad. A származtatott mennyiségek értelmezése egyenletekkel leírható [1, 3].

A kémiai számításokkal foglalkozó könyvek közös jellemzője, hogy meghatározásaik, jelöléseik különböznek, hisz korábban nem volt mihez igazodni. E kijelentés alátámasztására a tömegszázalékot ragadom ki példaként:

[6] Súlyszázalék (s%)

A kérdéses komponens tömege az elegy 100 tömegegységnyi mennyiségében.

Mértékegysége: $\frac{\text{gramm (komponens)}}{100 \text{ g (elegy)}}$

Jele: r .

- [7] Az oldott anyag tömege 100 tömegrész oldatban az a koncentrációegység, amelyet tömegszázaléknak nevezünk.
Jele: p .
- [8] Jele: x .
- [9] Jele: tömeg%.
Azt fejezi ki, hogy 100 g oldatban hány g oldott anyag van.
- [10] A súlyszázalék kifejezi azt, hogy 100 g oldatban hány g az oldott anyag.
Jele: súly%.
Egyenként vizsgálva súlyos kifogást nem lehet tenni, de így együtt zavarbaejtőek.
- [11] Egy oldat összetételén az oldott anyag és az oldat mennyiségének arányát értjük. Ha az arányban szereplő mennyiségeket tömegegységben fejezzük ki, tömegszázalékos összetételről beszélünk. (Nem, hanem tömegtörtet kapunk.)
- [12] $\text{tömeg}\% =$
- [13] $\frac{m}{m} \% =$

Hasonló sokszínűség található más összetételegységeknél is, ezért egyedüli helyes megoldásnak azt látom, hogy a szabványhoz [1] és annak alkalmazását segítő szakkönyvekhez [3] kell visszanyúlni, s új rendszert kialakítani.

Javaslatom a kémiai számítások új szemléletű oktatásához

Célszerű a számítások tanítása előtt áttekinteni a használható *mennyiségeket*. A forgalmi torlódások elkerülése érdekében nem egyszerre, hanem az elméleti anyaghoz kapcsolva kisebb részletekben. A lényeg, hogy minden mennyiség fogalma és jelölése pontosan ismert legyen.

1. Egyszerűbb mennyiségek

$$A_r = \frac{m_A}{m_A(^{12}\text{C})/12}$$

Relatív atomtömeg: Valamely elem egy atomja tömegének és a szén-12-atom nyugalmi tömege 1/12 részének aránya (hányadosa).

például: $A_r(\text{O}) = 16,0$

$$M_r = \frac{m_M}{m_A(^{12}\text{C})/12}$$

Relatív molekulatömeg: Valamely elem vagy vegyület egy molekulája tömegének és a szén 12-atom nyugalmi tömege 1/12 részének aránya (hányadosa).

például: $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18,0$

A fenti mennyiségi egyenleteket – mivel a gyakorlati számításoknál alig alkalmazzuk – inkább kollégáim figyelmébe ajánlom, kiegészítve egy szövegesen jól ismert összefüggéssel:

$$M_r = \sum A_r$$

Anyagmennyiség: az SI alapegysége

például: $n(\text{Na}) = 1,51 \text{ mol}$

Részecskeszám: (például molekulaszám): részecskék (például molekulák vagy más elemi egységek) száma egy rendszerben:

például: $N(\text{Na}) = 3 \cdot 10^{23}$

Moláris tömeg = $\frac{\text{tömeg}}{\text{anyagmennyiség}}$

$M = \frac{m}{n}$

például: $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g/mol}$

$M(\text{O}_2) = 32,0 \text{ g/mol}$

Moláris térfogat = $\frac{\text{térfogat}}{\text{anyagmennyiség}}$

$V_m = \frac{V}{n}$

például: $V_m(\text{Al}) = 10,0 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$ vagy

$V_m(\text{O}_2) = 24,5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ standardállapotban

Avogadro-állandó = $\frac{\text{részecskeszám}}{\text{anyagmennyiség}}$

$N_A = \frac{N}{n}$

$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ 1 mol}^{-1}$

Vegyük észre, hogy ez is moláris mennyiség: „moláris részecskeszám”.

Sűrűség = $\frac{\text{tömeg}}{\text{térfogat}}$ $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

például: $\rho(\text{víz}) = 1000 \text{ kg m}^{-3}$

Az előző mennyiségek, s értelmező egyenleteik alapján egyszerűbb feladatok megoldására kerülhet sor.

2. Oldatok összetételét kifejező mennyiségek

Ezt a részt a kémia tanításában általam már alkalmazott főlíasorozaton mutatom be. Takarással, a színek átgondolt alkalmazásával a lényeg jól kiemelhető. Itt csak magyarázó megjegyzéseket teszek.

Az 1. lap az összetétel meghatározását, s ezzel összhangban az egyes mennyiségek származtatását mutatja.

- **Törték képzése** (1,2,3): oldott anyag tömegét, térfogatát, anyagmennyiségét viszonyítjuk az oldat ugyanilyen mennyiségéhez.
- **Koncentrációk képzése** (4, 5): oldott anyag tömegét, anyagmennyiségét viszonyítjuk az oldat térfogatához.

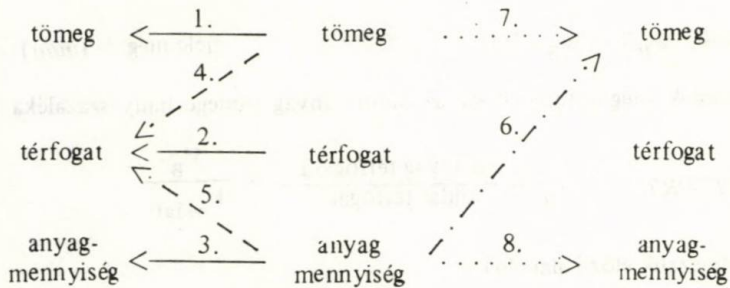
Oldatok összetétele

Egy oldat összetételén
az OLDOTT ANYAG és az OLDAT
(ritkábban oldószer)
mennyiségének arányát értjük.

OLDAT

OLDOTT ANYAG

Oldószer



Vegyük észre, hogy ez is moláris mennyiség: „moláris részecskeszám”.

$$\text{Sűrűség} = \frac{\text{tömeg}}{\text{térfogat}} = \frac{m}{v} \quad \text{például: } \rho(\text{víz}) = 1000 \text{ kg/m}^3$$

Az összetétel használt kifejezései:

- | | |
|--------------------------------|---------------|
| 1. tömeghány | 6. molalitás |
| (tömegszázalék) | |
| 2. térfogathány | 7. oldhatóság |
| (térfogatszázalék) | |
| 3. móltört | 8. molarány |
| (mólszázalék) | |
| 4. tömegkoncentráció | |
| 5. anyagmennyiség-koncentráció | |

– *Oldószerre vonatkoztatás:* oldott anyag anyagmennyiségét az oldószer tömegéhez (6) vagy anyagmennyiségéhez (8) viszonyítjuk.

Nincs a használható mennyiségek között az oldhatóság (7), nincs mennyiségi egyenlete sem, de a hozzáférhető táblázatok [14] használhatósága érdekében célszerű ismertetnünk.)

Az összetételek részletes bemutatása a 2 – 4. lapokon az előző logikai csoportokban történik. A származtatások szöveggel és betűjellel is szerepelnek, így definiáló szövegre s betűmagyarázatra nincs is szükség.

$$1. \text{ TÖMEGTÖRT: (B anyagé): } w_B = \frac{\text{B anyag tömege}}{\text{oldat tömege}} = \frac{m_B}{m_{\text{oldat}}}$$

A tömeghányad megmutatja, hogy az oldott anyag tömege hányad része az oldat tömegének.

$$\text{tömegszázalék: } w_B \% = w_B \cdot 100 \quad \text{jele még: \% (m/m)}$$

A tömegszázalék megmutatja, hogy az oldott anyag tömege hány százaléka az oldat tömegének.

$$2. \text{ TÉRFOGATTÖRT: } \varphi_B = \frac{\text{B anyag térfogata}}{\text{oldat térfogata}} = \frac{V_B}{V_{\text{oldat}}}$$

(értelmezzük előző alapján)

$$\text{térfogatszázalék: } \varphi_B \% = \varphi_B \cdot 100 \quad \text{jele még: \% (V/V)}$$

(értelmezzük előző alapján)

3. MÓLTÖRT: (mi lenne a logikus elnevezés?)

$$X_B = \frac{\text{B anyag anyagszáma}}{\text{oldat anyagszáma}} = \frac{n_B}{n_{\text{oldat}}}$$

$$\text{mólszázalék: } X_B \% = X_B \cdot 100 \quad \text{jele még: \% (n/n)}$$

4. TÖMEGKONCENTRÁCIÓ

$$\rho_B = \frac{\text{B anyag tömege}}{\text{oldat térfogata}} = \frac{m_B}{V_{\text{oldat}}}$$

$$3. \quad \text{SI - egysége: kg/m}^3$$

ezzel egyenlő a laboratóriumban használt: g/dm³ (a régi g/l).

5. ANYAGMENNYISÉG-KONCENTRÁCIÓ:

$$c_B = \frac{\text{B anyag anyagszáma}}{\text{oldat térfogata}} = \frac{n_B}{V_{\text{oldat}}}$$

SI - egysége: mol/m³,

többszöröse: mol/dm³.

6. MOLALITÁS:

$$m_B = \frac{\text{B anyagmennyisége}}{\text{oldószer tömege}} = \frac{n_B}{m_{\text{oldószer}}}$$

SI – egysége: mol/kg.

7. OLDHATÓSÁG: (SI-ben nem szereplő mennyiség)

Adott hőmérsékleten a telített oldat összetétele.

8. MÓLARÁNY: (csak a teljesség kedvéért)

$$r_B = \frac{\text{B anyagmennyisége}}{\text{oldószer anyagmennyisége}} = \frac{n_B}{n_{\text{oldószer}}}$$

Az oldatok összetételével kapcsolatos egyszerűbb számítások a mennyiségi egyenletek alapján könnyen elvégezhetők.

Úgy gondolom, hogy dolgozatom megállapításait elfogadva, továbbfejlesztve a tankönyvek készítői tehetnek legtöbbet a jelenlegi helyzet javítására. Tanárkollégáimnak is figyelmébe ajánlom a témát, hisz a tanulók helyes mennyiségi szemléletének formálása közvetlenül az ő feladatuk.

Irodalom

- [1] MSZ 4900/8–79.
- [2] Répás László: Szakoktatás II. évfolyam 8. 19–20.
- [3] Csengeri Pintér Péter: Mennyiségek, mértékegységek. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1987.
- [4] Répás László: Magyar Kémikusok Lapja 36. 51–56.
- [5] Szepesvári Pál: Magyar Kémikusok Lapja 39. 274–277.
- [6] Maleczkiné Szeness Márta: Szervetlen kémiai feladatok és megoldások. Budapest, Tankönyvkiadó, 1972.
- [7] Beer–Leithold–Munkelt–Opitz: Vegyipari példatár. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1978.
- [8] Bognár János: Elemző kémia. Budapest, Tankönyvkiadó, 1977.
- [9] Dr. Balázs Lórántné–Dr. Saáry Anikó–Dr. Szereday Éva: Hogyan oldjunk meg kémiai feladatokat? Budapest, Tankönyvkiadó, 1983.
- [10] Becker Istvánné dr.–Borszéki Sándorné–Kiss Zsuzsanna: Így oldunk meg kémiai feladatokat I. Budapest, Tankönyvkiadó, 1968.
- [11] Máté Jánosné: Kémia I., Budapest, OPI, 1985.
- [12] Szabó Lászlóné: Általános kémia. Budapest, Tankönyvkiadó, 1988.
- [13] Nagyné Bodor Erzsébet: Pálmai Éva–Ütő Piroska: Kémiai jellegű matematikai feladatgyűjtemény (vegyész szakcsoport). Budapest, Tankönyvkiadó, 1988.
- [14] Négyjegyű függvenytáblázatok. Matematikai, fizikai, kémiai összefüggések (átdolgozott kiadás). Budapest, Tankönyvkiadó, 1988. 283.

Az 1987–1988. évi OKTV Kémiaverseny harmadik fordulójának feladatai és értékelésük

Az általános tantervű gimnáziumi osztályok tanulói számára

I. kategória

I. feladat

CaCO_3 – MgCO_3 – CaO -tartalmú porkeverék tömeg- és mól%-os összetételének meghatározása.

Mérési lehetőségek:

- Gázfejlesztés, azaz a fejlesztett gáz térfogatának mérése 20 °C-on és 0,1 MPa nyomáson.
- A szilárd anyag (porminta) oldatbaviteléhez (feltáráshoz) szükséges sósav mennyiségének meghatározása sav-bázis titrálás segítségével, a visszamérés elvének alkalmazásával.

Utasítások, illetve tanácsok a mérés kivitelezéséhez:

a) A gázfejlesztéshez:

- A gázfejlesztést a kiadott eszközök segítségével végezze el! Vigyázzon arra, hogy a rendszer jól zárjon, hogy a fejlődő gázt hiánytalanul felfogja, mert a szivárgás mérési hibához vezet!
- A gázfejlesztéshez tömény (37%-os) sósavat használjon!
- A cseppentőbe – a gumisapka összenyomásával – igyekezzen minél több sósavat felszívni, hogy az oldáshoz a felesleg biztosított legyen!
- Vigyázzon, hogy az összeszerelés során a cseppentőből tömény sósav ne cseppenjen az ismeretlen porra, mert az mérési hibához, rossz esetben a mérés értékelhetetlenségéhez vezet!
- A tömény sósavval töltött cseppentőt óraüvegen szállítsa, nehogy a sav a ruhájára, illetve a földre cseppenjen!
- Óvatosan, a balesetvédelmi rendszabályoknak megfelelően dolgozzon!

b) A feltáráshoz és a titráláshoz:

- A megadott tömegű pormintát 20 cm³ 6 mol/dm³ koncentrációjú sósavoldatban oldja fel! A sósavat mérőhengerrel mérje ki, és az oldást Erlenmeyer-lombikban végezze!
- Az így nyert oldatból, a 100 cm³-es mérőlombikban készítsen törzsoldatot!
- A feltáráshoz alkalmazott sósavfelesleget a törzsoldat 10 cm³-es részleteinek 0,1 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldattal történő titrálásával határozza meg, metilvörös indikátor jelenlétében!
- Mérési eredményeit jegyzőkönyvben rögzítse!
- Határozza meg a kiadott minta tömeg- és mól%-os összetételét!

A beadandó jegyzőkönyv tartalmazza:

- A lejátszódó folyamatok reakcióegyenletét;
- A mérési eredményeket;
- A számítás menetét;
- A kijelölt számításokat a végeredménnyel.

Felhívjuk a versenyzők figyelmét arra, hogy a hiányos jegyzőkönyv, a követhetetlen számítási menet pontlevonással járhat! A mérések és a számítások elvégzésére összesen *90 perc* áll rendelkezésre, ezért idejét igyekezzen ügyesen beosztani. Problémájával forduljon a felügyelő oktatóhoz! Jó munkát és sikeres versenyzést kívánunk!

II. feladat

Aminosavak tulajdonságainak vizsgálata

A sorszámmal ellátott kémcsövek aminosavak vizes oldatát tartalmazzák.

- a) Az 1. számú kémcsőben a glicin (amino-ecetsav) vizes oldata található.
- Adjon 5–10 cm³ glicinoldathoz néhány csepp réz-szulfát-oldatot! Figyelje meg az oldat színváltozását, az azonos hígítású réz-szulfát-oldathoz viszonyítva!
 - Ossa három részre az így kapott oldatot!
Az első részletet hagyja meg összehasonlító oldatnak! A második részlethez adjon reagens NaOH-oldatot, a harmadikhoz pedig reagens sósavoldatot!
Figyelje meg, hogy tapasztal-e valami változást!
 - Megfigyeléseit jegyzőkönyvben rögzítse, tapasztalatait lényegretörő rövidséggel értelmezze!
- b) A 2., 3., 4. kémcsövekben rendre glutaminsav, arginin és alanin vizes oldata található.
- Hasonlítsa össze ezen aminosavak vizes oldatának réz-szulfát-oldattal történő reakcióját a glicinével!
 - Csak ezen reakció alapján sorolja kategóriákba a vizsgált aminosavakat!
 - Az észlelt jelenségek értelmezése után emelje ki, hogy milyen típusú reakcióval, az aminosavak milyen tulajdonságát (tulajdonságait) hasonlította így össze! Mire ad felvilágosítást az elvégzett reakció?

A II. feladat elvégzésére *30 perc* áll rendelkezésére!

III. feladat

A harmadik feladat során egyszerű jelenségeket kell megfigyelnie és értelmeznie.

1. részfeladat:

- a) Vas(III)-klorid-oldathoz adjon rézreszeléket, és figyelje meg a változást! A folyamatot melegítéssel gyorsíthatja.
- b) Ezüst-nitrát-oldatba helyezzen rézlemez!
- c) Rézlemez kapcsoljon egy zsebtelep + pólusára! A másik pólusra kössön egy vas-szöveget! A két fémeket helyezze reagens kénsavoldatba!

Figyelje meg a változásokat! Mindhárom esetben néhány percen át (5–7 perc) kövesse a folyamatokat!

Megfigyeléseit lényegretörően értelmezze!

A feltételezett változásokat a polcon található egyszerű reagensekkel elvégzett azonosítási reakciókkal bizonyítsa!

Írja fel a változásokat, illetve a bizonyítások reakcióegyenleteit!

Röviden vázolja, hogy mi a közös, és mi az eltérés a három jelenségben!

(Az idő jobb kihasználása érdekében a folyamatokat párhuzamosan indítsa el!)

2. részfeladat:

Réz-szulfát vizes oldatához öntsön kálium-jodid-oldatot! Mit tapasztal?

A reakció során keletkező csapadék eredeti színe fehér (!). Azonosítsa azt a reakcióterméket, amelyik az elszíneződést okozza!

Az azonosított anyag ismeretében írja fel a megfigyelt változás reakcióegyenletét! Nevezze meg a reakció típusát!

3. részfeladat:

Az egyik kémcsőben jóddal festett butil-alkoholt, a másikban etil-acetátot talál.

a) Butil-alkoholhoz öntsön ugyanannyi desztillált vizet! A kémcső tartalmát erőteljesen rázza össze, és figyelje meg, hogy mit tapasztal! Ezután cseppentsen néhány csepp tömény sósavat a kémcsőbe és újra rázza össze! Mit tapasztal?

b) Etil-acetáthoz öntsön ugyanannyi desztillált vizet! A kémcső tartalmát rázza össze! Mit tapasztal? Ezután adjon tömény (20%-os) nátrium-hidroxid-oldatot a rendszerhez, majd erőteljesen rázogassa! (Enyhe melegítés meggyorsítja a reakciót!) Mit tapasztal?

Mi a hasonlóság és mi a különbség a két jelenségben?

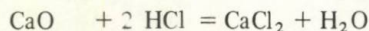
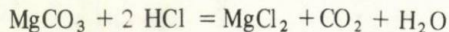
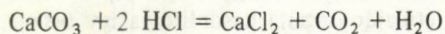
Mindkét esetben értelmezze megfigyelését!

Elképzeléseit reakcióegyenletekben rögzítse!

A III. feladat megoldására 60 perc áll rendelkezésére!

Az I. feladat megoldása:

1. Reakcióegyenletek



A reakcióegyenletek alapján látható, hogy a feltárás során mindhárom komponens reagál a sósavval, ezért a tömeg (m_1) és a feltáráshoz szükséges sósav mennyiségének ismeretében – azaz csak a feltárás alapján – nem lehet a keverék %-os összetételét meghatározni. Ezért a gyakorlati leírásban említett mérési lehetőségek közül nem lehetett választani – mint azt többen gondolták –, hanem mindkettőt el kellett végezni.

2. A számítás menete

A kért adatok kiszámításához célszerű volt egyenletrendszert felállítani, és a számítást anyagmennyiségekkel (mólokkal) végezni. Az egyenletek felállításához a következő számításokra volt szükség:

a) Azonos tömegre történő átszámítás:

A porminták tömegének értékét az eszközök mérete határozta meg. A gázfejlesztést célszerűen félmikro gázfejlesztő kémcsőben végezték a versenyzők. Ebben természetesen nem mérhetünk be ugyanakkora tömegű anyagot, mint amelyet a feltárás igényelt. Így – tulajdonképpen akaratunkon kívül – egy újabb lépéssel nehezült a feladat, hiszen az egyenletek megoldása érdekében azonos tömegre kellett átszámítani a mérési egyenleteket. Ha m_1 a feltáráshoz, m_2 a gázfejlesztéshez kiadott minta tömege, és

m_2 g-ból V_{CO_2} dm³ CO₂ fejlődött, akkor

m_1 g-ból $\frac{m_1}{m_2} \cdot V_{\text{CO}_2}$ dm³ gáz fejlődik.

A moláris térfogat ($V_M = 24,5$ dm³/mol, 25 °C-ra) ismeretében ez

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{V_{\text{CO}_2}}{24,5} \text{ mol CO}_2\text{-nek felel meg.}$$

b) A feltáráshoz szükséges sósav anyagmennyiségének meghatározása:

A feltáráshoz használt 20 cm³ térfogatú 6 mol/dm³ (20 g/g %) koncentrációjú sósav-oldat $0,02 \cdot 6 = 0,12$ mol, azaz 120 mmol sósavat tartalmaz. Ebből levonva a feleslegben maradt mennyiséget, megkapjuk a feltárás során elhasználódott HCl mennyiségét.

A törzsoldat 10 cm³-ére fogyott V cm³ 0,1 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldat megfelel 1 cm³ 0,1 mol/dm³ koncentrációjú HCl-oldatnak, amely $0,1 \cdot V \cdot 10^{-3}$ mol, illetve 0,1 $\cdot$ mmol HCl-t tartalmaz. A 100 cm³-es törzsoldatban tehát $10 \cdot 0,1 \cdot V = V$ mmol HCl maradt. Ennek alapján a feltáráskor fogyott sósav mennyisége (n_{HCl}):

$$n_{\text{HCl}} = 120 - V \text{ mmol.}$$

c) Az egyenletrendszer felállítása:

Válasszuk ismeretlennek az egyes komponensek anyagmennyiségét:

$$n_{\text{CaCO}_3}, n_{\text{MgCO}_3}, \text{ illetve } n_{\text{CaO}}$$

A moláris tömegek ismeretében az anyagmennyiségek segítségével az össztömeg (m_2) megadható (1. egyenlet):

$$1. n_{\text{CaCO}_3} \cdot M_{\text{CaCO}_3} + n_{\text{MgCO}_3} \cdot M_{\text{MgCO}_3} + n_{\text{CaO}} \cdot M_{\text{CaO}} = m_2$$

A reakcióegyenletek alapján minden komponens 2 mol HCl-t fogyaszt. Ezért a feltáráshoz szükséges sósav anyagmennyiségének fele egyenlő a komponensek anyagmennyiségének összegével (2. egyenlet):

$$2. n_{\text{CaCO}_3} + n_{\text{MgCO}_3} + n_{\text{CaO}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{2}$$

Mivel CO₂ csak a karbonátokból fejlődik, annak anyagmennyisége a karbonátok anyagmennyiségével egyenlő (3. egyenlet):

$$3. n_{\text{CaCO}_3} + n_{\text{MgCO}_3} = n_{\text{CO}_2} = \frac{n_{\text{HCl}}}{2}$$

Az összes mólszámból $\frac{n_{\text{HCl}}}{2}$ kivonva a karbonátok mólszámát (n_{CO_2}), azaz a 2. egyenletből kivonva a 3. egyenletet, megkapjuk a CaO mólszámát:

$$n_{\text{CaO}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{2} - n_{\text{CO}_2}$$

A kalcium-oxid tömege:

$$m_{\text{CaO}} = n_{\text{CaO}} \cdot M_{\text{CaO}}$$

A fennmaradt két ismeretlen meghatározására két egyenlet áll rendelkezésre, de innen a megoldás már rutin feladatnak tekinthető.

A kiadott porkeverék összetétele egységesen a következő volt:

CaCO_3	25 mól%,
MgCO_3	25 mól%,
CaO	50 mól%.

Az 1. feladat értékelése:

Az első feladat sikeres megoldása esetén 20 pontot szerezhettek a versenyzők, az alábbi megoszlásban:

hibátlan gázfejlesztés	6 pont,
feltárás, titrálás	6 pont,
számítás	8 pont.

A maximális pontszámot senki sem érte el.

19 pontot ketten, 18 pontot ketten, 17 pontot szintén ketten szereztek. A versenyzők egynekve 12 pont alatt teljesített

Sajnos nem tudtuk pontosan megállapítani, hogy a versenyzők hány százaléka választotta tudatosan mindkét mérést, hiszen egymást látva előbb-utóbb mindenki elvégezte mindkettőt. A számítások értékelése alapján úgy tűnik, hogy a 12 pontnál kevesebbet szerzett versenyzők nem nagyon tudtak mit kezdeni mérési eredményeikkel. A 26 fős mezőnyből 21 versenyző mindkét mérést sikeresen vagy értékelhetően oldotta meg. Az erős elméleti fordulók után meglepő, hogy nem a gyakorlati munka, hanem a számítás ment nehezebben.

A II. feladat megoldásának terve, menete

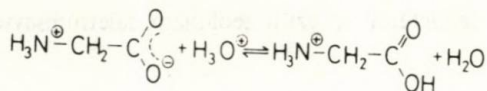
a) Megfigyelés:

Glicin vizes oldatához réz(II)-szulfát-oldatot csepegtetve mélyebb kék színt észlelünk, mint azonos hígítású réz(II)-szulfát-oldatnál.

Magyarázat:

A glicin vizes oldatában a semleges molekula és az ikerionos szerkezet egyensúlyban van egymással, ezért lehetőség van kismértékben réz-glicin-komplex képződésére a semleges molekulában jelenlevő NH_2 -csoport nitrogénjének nemkötő elektronpárja miatt. Nátriumhidroxid-oldat hozzáadása az egyensúlyt a deprotonált forma irányába tolja el, így mélyül a kék szín a komplexkoncentráció növekedése miatt.

A minta másik részletéhez hozzáadott sósavoldat az egyensúlyt a protonált forma felémozdítása irányába tolja el, így nincs lehetőség komplexképződésre, mivel az NH_3^+ csoport nitrogénje nemkötő elektronpárt nem tartalmaz.



A szín kivilágosodik, a réz-szulfát-oldat színe jelenik meg.

b) Megfigyelés:

A 2. kémcsőben levő glutaminsav réz-szulfát hatására komplexet nem képez. A 3. kémcsőben levő arginin vizes oldata a réz-szulfát oldattal mélykék színű komplexet képezett.

A 4. kémcsőben levő alanin a glicinhez hasonlóan viselkedett (a).

Magyarázat:

Az elvégzett reakciók alapján a fehérje eredetű aminosavakat az alaplánchoz kapcsolódó oldalláncok milyensége szerint csoportosíthatjuk.

Így a glutaminsav erősen savas poláris oldalláncot, az arginin erősen bázisos poláris oldalláncot és az alanin apoláris oldalláncot tartalmaz.

Így a glutaminsav vizes oldatában a protonált forma dominál, az alanin esetén semleges molekula is kis koncentrációban jelen lehet, míg az argininnal az oldallánc NH_2 -csoportjai komplexképzésre képesek.

A II. feladat értékelése

A maximálisan elérhető pontszám 10 volt. A helyes megfigyelésekre 1–1 pontot, a helyes értelmezésre és magyarázatra 3 pontot lehetett kapni.

A maximális 10 pontot 4 versenyző érte el. A legrosszabb eredmény 3 pont volt, amelyet egy versenyző kapott.

A legtöbb hiba abból adódott, hogy a versenyzők felületesen figyelték meg a változásokat, és sokan nem voltak tisztában az ikerionos szerkezettel sem.

A III. feladat megoldása

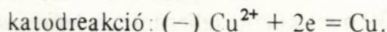
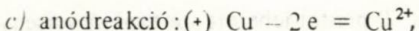
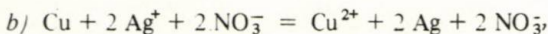
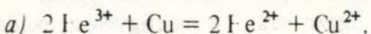
1. a) Megfigyelés: Az oldat színe zöld lesz.

b) Megfigyelés: A rézlemezen ezüst válik ki, és az oldat a hidratált Cu^{2+} ionoktól kékes színű lett.

c) Néhány perc múlva az oldat kék lesz, és a vasszögön vörös színű rézkiválást figyelhetünk meg.

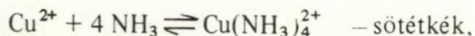
Magyarázat:

A végbement kémiai változások egyenletei:

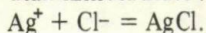


A bizonyításra reagens ammóniaoldat, reagens salétromsavoldat és nátrium-klorid-oldat állt rendelkezésre.

a) esetben a Fe^{2+} -ionok zöldes színe mellett a hidratált Cu^{2+} -ionok kék színe szemmel látható, de ammóniaoldattal aminkomplex formájában kimutatható:



b) A rézlemez felületéről az ezüst leoldható salétromsavval, és visszalúgosítás után kimutatható:



c) Az oldat színe kék lesz az oldódó réztől, a Cu^{2+} ammóniával kimutatható.

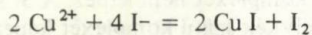
Mindhárom esetben redoxireakció ment végbe, de a) esetben a réz oxidálódott, míg

b) esetben redukálódott a partnertől függően (redoxipotenciálok különbözősége), míg

c) esetben elektromos áram hatására a réz oxidációja, illetve redukciója is végbement.

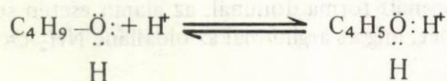
2. Csapadékkiválást és barna elszíneződést tapasztalunk.

Reakcióegyenlet:



Az elszíneződést a redoxireakció során kivált jód okozza, amely szén-tetrakloridban lila színnel kirázható.

3. a) A butil-alkohol és a víz két fázisra válik szét. Sav hozzáadásakor összerázás után a két fázis eltűnik, mivel az alkoholban lévő oxigén nemkötvő elektronpárja protonmegkötésre képes, így egyszerűen pozitív töltésű és a vízzel jól elegyedő butilóniumion jön létre:



b) Az etil-acetát a butil-alkoholhoz hasonlóan rosszul elegyedik vízzel, két fázisra különülnek szét. Nátrium-hidroxid hatására az észter elszappanosítása következik be, amelynek során keletkezett etil-alkohol és nátrium-acetát vízben jól oldódó vegyületek, így a két fázis eltűnik:



Mindkét esetben vízzel rosszul elegyedő vegyületből indultunk ki, de a két fázis eltűnését a reakcióegyenletek által leírt eltérő kémiai reakciók végbemenetele okozta.

A III. feladat értékelése

A maximálisan elérhető pontszám 20 volt. Ebből az 1. kérdésre 10 (4+3+3), a 2. kérdésre 4 és a 3. kérdésre 6 (3+3) pontot lehetett kapni. Maximális pontszámot senki nem ért el, 1 versenyző 19,5 pontot kapott, 15-en érték el a 12–18,5 pontot.

A legkevesebb pontot 3,5-et 1 versenyző kapott, hatan teljesítettek 10 pont alatt.

Ez évben is ennél a feladatnál születtek a leggyengébb eredmények. A megfigyelési készség, a tanult ismeretek problémacentrikus felhasználása még mindig nem kielégítő.

Sokszor az általuk előre elképzelt magyarázathoz „igazították” a megfigyelést, például a 3. kérdéscsoportnál.

Összesítő:

Az OKTV gyakorlati fordulóján ez évben is 50 pontot lehetett szerezni. A verseny III. fordulójának (általános tagozaton) legjobb eredménye 45,5 pont volt, két versenyző 43,5, illetve 42,5 pontot, 16 versenyző 30,5–39 pont között teljesített. A legalacsonyabb pontszám 17 pont volt. Az eredmények a tavalyihoz képest átlagban kis javulást mutatnak, és azt, hogy a feladatok megfelelően differenciáltak.

A verseny összesített eredménye alapján az első helyezett az összes elérhető (második + gyakorlati forduló) 150 pontból 139,5 pontot szerzett, a tizedik helyezett pedig 128 pontot.

Az OKTV Kémiaverseny harmadik fordulójának feladatai, 1987/88.

II. kategória

1. feladat

a) Az ismeretlen koncentrációjú hidrogén-klorid-oldattal titráljuk meg az adott koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatot! A titrláshoz 2 csepp metilvörös indikátort használjunk! A párhuzamos mérések eredménye alapján számítsuk ki a hidrogén-klorid-oldat koncentrációját!

b) Mérőhengerrel mérjünk egy lombikba 50 cm^3 desztillált vizet, egy másik lombikba 50 cm^3 -t a polcon lévő nátrium-acetát-oldatból! A kimért vízbe és a nátrium-acetát-oldatba is engedjük a bürettából pontosan 1 cm^3 -t a már ismert koncentrációjú HCl-oldatból! Univerzál indikátorpapírral vizsgáljuk meg a hígított HCl-oldat, az eredeti CH_3COONa -oldat és az 1 cm^3 HCl-oldattal elegyített CH_3COONa -oldat pH-ját! A mért pH-értékekre vonatkozóan adjunk „kvalitatív”, tehát számítás nélküli, de azért pontos és részletes magyarázatot! (Az ecetsav sáverősségi állandója, $K_{\text{sav}} = 1,76 \cdot 10^{-5}\text{ mol dm}^{-3}$.)

c) Az Erlenmeyer-lombikban levő kristályvíztartalmú nátrium-acetátot oldjuk fel mérőhengerrel kimért, 40 cm^3 desztillált vízben! Az Erlenmeyer-lombikra ráírtuk a $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ pontos tömegét. Számítsuk ki hány cm^3 HCl-oldatot kell a bürettából a készített CH_3COONa -oldathoz adni ahhoz, hogy az oldat pH-ja 4,50 legyen! Majd készítsük el az oldatot, mérjünk ki belőle 10 cm^3 -t egy kémcsőbe, és adjuk át a felügyelő tanárnak! A tanár a kémcsőben levő oldat pH-ját ott a helyszínen, a diák előtt ellenőrizni fogja.

A munka végeztével alaposan mossuk át a pipettát és a használt eszközöket (a HCl- és NaOH-oldatokat nem kell kiönteni)! Az eredményeket összefoglaló táblázatot, a számítások áttekinthetően leírt elvi menetét és a b) pontra írt magyarázatot adjuk át a felügyelő tanárnak!.

2. feladat

Az 1–4-ig számozott rövid kémcsőekben szervesetlen vegyület van. A rendelkezésre álló eszközök és reagensek segítségével állapítsa meg a kapott ismeretlenek összetételét! Az egyszerű reagensek a polcon vannak, a tömény savak és bázisok a fülkékben találhatók.

A kimutatáshoz elvégzett összes reakciót és a reakcióegyenleteket *ne írja le!* Írja fel a vegyület képletét, és az alkatrészeit döntően bizonyító néhány reakciót ismertesse 1–1 mondatban! Az ismertetéskor egyenletet ne írjon, de a keletkezett csapadék, a fejlődő gáz és a csapadék oldásakor képződő ion (esetleg komplex ion) képletét írja le!

Megjegyzés: Elővizsgálatkor izzási problémánál a fémkanalat, illetve -csipeszt ne tegye a lángba, hanem tégelyfogóval tartott porcelándarabkára tegyen az ismeretlenből, és úgy tartsa a lángba! Izzási közben ne hajoljon a porcelánlemez fölé! Helyesebb, ha fülkében hevít, és a fülkeablakon keresztül figyeli a változásokat, így elkerülheti azt, hogy az arcába freccsen valami. Akkor is ügyeljen, ha valamilyen gáz fejlődik, a gáz mérgező is lehet!

). A vegyületek éterkötést nem

k (optikai, illetve *cisz-transz*

- ott vegyületeket, és viselkedé-
ségi egyenletek)!

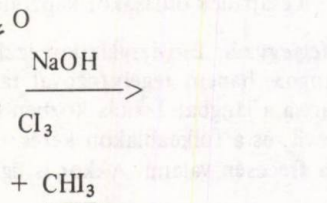
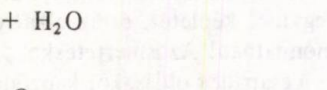
dat (polcon), 10%-os I_2 -oldat, üveg mellé helyezett csipesz- d ejtse a vizsgálandó oldatba), polcon), indikátorpapír, Br_2 -os

- g megmaradó Na-darabkákat a
elhelyezésére a fülkében lévő
álhatja, melynek kivitelezése a

OH-oldatot adunk, majd lassan-
tározottan sötét színű legyen a
vízfürdőbe helyezzük; ameny-
unk hozzá, rázogatás közben.
ét szín – 2 percig – 00 °C-on
ret a vízfürdőből, néhány csepp
színét, majd az oldathoz egyen-
a esetén nemsokára sárga jodo-

$$\text{H}_3\text{--CO--R} \text{ vagy } \text{CH}_3\text{--}\overset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{C}}}\text{--R}$$

gyenlet szerint játszódik le a

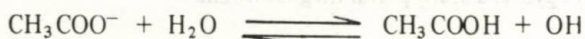


Az I. feladat értékelése és megoldása

Az 1. feladatra maximálisan 19 pontot adtunk. Pontos koncentrációmeghatározás esetén a)-ra 5, helyes magyarázat esetén b)-re 6, 4,5-s pH-jú oldat elkészítésére pedig c)-re 8 pont járt.

Az a) részfeladatot 26 versenyző közül 17 (65 %) oldotta meg hibátlanul (1 %-nál kisebb titrálási hiba), 6 diák 2 % hibával, és csak 1 diák határozta meg a koncentrációt 3 % hibával, amire 3 pontot adtunk.

A b) részfeladatra 6 diák (23 %) adott hibátlan és igen pontos magyarázatot (6 pont), 4 diák válasza teljesen hibás volt (0 pont), a többiek válasza többé-kevésbé helyes volt. Röviden a helyes válasz: Az 50 cm^3 vízzel hígított hidrogén-klorid-oldat pH-ja közelítőleg 2 volt. A HCl erős sav, vízben teljesen disszociál, amennyi a HCl-koncentráció, annyi lesz a H_3O^+ -koncentráció. Az eredeti nátrium-acetát-oldat pH-ja közelítőleg 8 volt. A CH_3COONa vizes oldatban kismértékben hidrolizál:



Ezért az oldat enyhén bázikus kémhatású. A CH_3COONa -oldat pH-ja az 1 cm^3 HCl-oldat hatására alig észrevehetően változott. Indikátorpapírral legfeljebb néhány tized pH-egységgel tűnt savasabbnak az oldat. Ennek az a magyarázata, hogy az oldatba került oxóniumionok hatására az acetátionok egy részéből ecetsav-molekulák keletkeztek. Az egyensúly beállta után az oldat oxóniumion-koncentrációját az ecetsav saverősségi állandójának kifejezése adja meg:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = K_{\text{sav}} \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

A c) részfeladatot 14 diák (54%) oldotta meg jól. A diák által készített oldat pH-ját úgy ellenőriztük, hogy a kémcsőben levő oldatba brómkrezolzöld indikátort cseppentettünk, és az oldat színét egy előzőleg elkészített és szintén brómkrezolzöld indikátorral megfestett, ismert pH-jú nátrium-acetát–ecetsav pufferoldat sorozat tagjainak színével hasonlítottuk össze. A használt puffersorozat tagjainak pH-ja és az indikátor színe:

pH	Szín	pH	Szín
3,9	sárga	4,7	kékeszöld
4,1	zöldessárga	4,9	zöldeskék
4,3	sárgászöld	5,1	kék
4,5	zöld		

E feladatnál a munka lényege a szükséges HCl-oldat térfogatának a számítása volt. A számítás elve: a HCl hatására a CH_3COONa -oldatban CH_3COOH -molekulák keletkeznek, és pufferoldat jön létre. Megengedhető elhanyagolással mondhatjuk, hogy az oldatban a disszociálatlan ecetsav anyagmennyisége egyenlő a bevitt hidrogén-klorid anyagmennyiségével, az acetátionok anyagmennyiségét pedig megkapjuk, ha a kiindulási nátrium-acetát anyagmennyiségéből kivonjuk a bevitt hidrogén-klorid anyagmennyiségét. Ismerjük az előállítandó oldat pH-ját (4,5), illetve az abból számítható oxóniumion-koncentrációt ($3,16 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$). A készítendő oldatban levő ecetsavmolekulák, acetátionok és oxóniumionok koncentrációja közötti összefüggést az ecetsav saverősségi állandója adja meg:

$$K_{\text{sav}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Ebből számíthatjuk ki a szükséges HCl anyagmennyiséget:

$$1,76 \cdot 10^{-5} = \frac{3,16 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}(\text{CH}_3\text{COONa}) - \text{mol}(\text{HCl})}{V}}{\frac{\text{mol}(\text{HCl})}{V}}$$

Ahol V az előállítandó oldat végtérfogata dm^3 -ben, ennek értékét nem ismerjük, de nincs is rá szükség, mert az egyszerűsítéskor kiesik. $\text{mol}(\text{CH}_3\text{COONa})$ jelöli a kiadott $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ anyagmennyiségét, amit a megadott tömegnek a moláris tömeggel való osztásával kapunk meg. A felírt egyenletből tehát $\text{mol}(\text{HCl})$ – ami a felhasználandó HCl anyagmennyiségét jelöli – kiszámítható. A HCl-oldat térfogata pedig a titrálással kapott koncentráció ismeretében egyszerű aránypárral meghatározható.

A 2. feladat értékelése és megoldása

Maximálisan 17 pontot adtunk. Minden helyesen megtalált ionra 1 pont járt (összesen 8 volt), a helyes indoklásra még 1 pont. 1 prémiumpontot adtunk, ha valaki a kívántnál több reakcióval azonosította a kiadott vegyületet, vagy következtetéseit az átlagnál szabatosabban, logikusabban írta le. Mindegyik versenyző diák ugyanazokat az ionokat kapta, de nem azonos csoportosításban. Három variáció volt:

CaO	NaI	CaCO ₃
KI	CuO	NaOH
CuCO ₃	K ₂ SO ₄	CuSO ₄ (vízmentes)
Na ₂ SO ₄	CaCO ₃	KI

A maximális 17 pontot 2 diák érte el, és csak 3 diák kapott 10 pontnál kevesebbet.

A 3. feladat értékelése és megoldása

Erre a feladatra a 26 versenyző közül 1 (4%) adott teljesen hibátlan megoldást. Ezen kívül 7 db (27%) 93 %-os megoldás született. Az alig értékelhető (50 % alatti) dolgozatok száma 11 (42 %) volt. A többi 7 versenyző (27 %) teljesítménye 60–80 % között helyezkedett el.

A feladatra 14 pontot lehetett szerezni. A kiadott két anyag teljes meghatározása külön 7–7 pontot ért. Ezen belül minden elvégzett és értelmezett reakcióért 1 pontot (összesen 5 pontot), a vegyület szerkezetének felírásáért 1 pontot, s a helyes elnevezésért szintén 1 pontot adtunk.

A következő táblázatban foglaltuk össze a feladat megoldását. Az első oszlopban szerepel a szöbajóhető 12 izomer. Meg kell jegyezni, hogy a feladat szövegében megadott felteteleket még néhány szerkezet kielégítené, azonban közönséges körülmények között ezek a vegyületek nem stabilak; vagy elbomlanak (például geminális diolok), vagy izomerizálódnak (például enolok). A meghatározáshoz elvégzendő reakciók: pH-vizsgálat, fémnátriumos próba, ezüsttükörpróba, brómosvíz-próba és jodoformpróba (leírása a feladat szövegében szerepelt). A táblázatban a pozitív reakciót értelemszerűen + jellel, a negatív reakciót – jellel jelöltük.

Valamennyi versenyző a 4. és 10. számú anyagot kapta. A táblázat tanulmányozásával megállapítható, hogy e két vegyület az említett reakciókkal egyértelműen azonosítható. A 4. vegyület az egyetlen, amelyik valamennyi próbát adja, míg a 10. számú, amelyik a semleges pH-jú anyagok közül csak egy, a fémnátriumos reakciót mutatja.

A versenyzők többsége a reakciókat ügyesen kivitelezte. A levont következtetésekben voltak kisebb-nagyobb tévedések (például az aldehidek savanyú kémhatásúak; a karbonsavak adják az ezüsttükörpróbát stb.). Többeknek problémát jelentett a pH megállapítása, ugyanis figyelmen kívül hagyták, hogy a kiadott indikátorpapír vizes közegben működik helyesen, így a dioxános oldatba bemártott indikátorpapír színe a vegyület kémhatására nézve semmitmondó. A helyes eljárás előre megnedvesített indikátorpapírra történő oldatcsöppentés lett volna.

$C_4H_8O_2$	pH	Na	ezüst-tükör	jodoform	brómos víz
1. $CH_3-CH_2-CH_2-COOH$	<7	+	-	-	-
2. $CH_3-\underset{\substack{ \\ CH_3}}{CH}-COOH$	<7	+	-	-	-
3. $CH_2-\underset{\substack{ \\ OH}}{CH}-CH_2-CHO$	7	+	+	-	+
4. $CH_3-\underset{\substack{ \\ OH}}{CH}-CH_2-CHO$ 3 hidroxil-butanal	7	+	+	+	+
5. $CH_3-CH_2-\underset{\substack{ \\ OH}}{CH}-CHO$	7	+	+	-	+
6. $CH_2-\underset{\substack{ \\ OH}}{CH}-\underset{\substack{ \\ CH_3}}{CHO}$	7	+	+	-	+
7. $CH_3-\underset{\substack{ \\ OH}}{CH}-\underset{\substack{ \\ HO}}{CHO}$	7	+	+	-	+
8. $CH_2-\underset{\substack{ \\ OH}}{CH}-CH_2-CO-CH_3$	7	+	-	+	-
9. $CH_3-\underset{\substack{ \\ OH}}{CH}-CO-CH_3$	7	+	-	+	-

$C_4H_8O_2$	pH	Na	ezüst- tükör	jodoform	brómos víz
10. $CH_3CH_2-CO-\underset{\substack{ \\ OH}}{CH_2}$ 1 hidroxi-butanon	7	+	-	-	-
11. $CH_2-\underset{\substack{ \\ OH}}{CH}-\underset{\substack{ \\ OH}}{CH}=CH_2$	7	+	-	-	+
12. $CH_2-\underset{\substack{ \\ OH}}{CH}=\underset{\substack{ \\ OH}}{CH}-CH_2$	7	+	-	-	+
13. $CH_2 = \underset{\substack{ \\ CH_2-OH}}{\overset{\substack{ \\ CH_2-OH}}{C}}$	7	+	-	-	+

DR. ORSÓS PIROSKA
ELTE TTK Általános és Szervetlen
Kémiai Tanszék

DR. SAMU JÁNOS
ELTE TTK Szerves Kémiai
Tanszék

A XX. Nemzetközi Kémiai Diákolimpia

A XX. Nemzetközi Kémiai Diákolimpiát 1988 július 2. és 9. között Finnország rendezte: színhelye a Helsinkivel most már szinte teljesen egybeépült Espoo városka volt. A rendezvényen 26 ország vett részt: Ausztrália, Ausztria, Belgium, Bulgária, Csehszlovákiai, Dánia, Finnország, Franciaország, Hollandia, Kanada, Kína, Kuba, Kuvait, Lengyelország, Magyarország, Nagy-Britannia, NDK, Norvégia, NSZK, Olaszország, Románia, Svájc, Svédország, Szingapur, Szovjetunió, USA. Megfigyelőt küldött Brazília, Japán és Nepál, ezzel is jelezve, hogy a következő olimpián már részt kíván venni.

Magyarországot az alábbi négy diák képviselte:

Dobó József (Sátoraljaújhely, Kossuth Lajos Gimnázium),
tanára: Daragó Ferencné;

Dobolyi Árpád (Budapest, Apáczai Csere János Gimnázium)
tanára: néhai dr. Varga Ernő;

Kádár Mihály (Nyíregyháza, Krúdy Gyula Gimnázium),
tanára: Balogh Istvánné;

Somogyi László (Eger, Szilágyi Erzsébet Gimnázium),
tanára: dr. Orqsz Ernőné.

A diákok kiválasztása a hagyományoknak megfelelően az OKTV-n és az ELTE TTK Kémiai Tanszékcsoportjának oktatói által szervezett kétlépcsős tanfolyamon elért eredmények alapján történt. Az utazás a költségek csökkentése céljából nem repülővel, hanem repülő- (Budapest–Moszkva) vonat (Moszkva–Helsinki) kombinációban történt; a Művelődési Minisztérium hanyag szervezése miatt azonban – nem váltottak időben helyjegyet a Moszkva–Helsinki vonatra – csak egy napos késéssel jutottunk el a verseny színhelyére, testileg-lelkileg teljesen kimerülve. A késés miatt lemaradtunk az ünnepélyes megnyitóról és az elméleti feladatok tanárok közötti vitájáról. Köszönettel tartozunk Bodor Endre professzornak, az olimpia díszvendégének, aki idejében érkezve az első perctől kezdve részt vett ebben a vitában helyettünk, és képviselte a magyar csapatot.

Mivel csak július 3-án, vasárnap délután érkeztünk a verseny színhelyére, és a diákok részére az elméleti fordulóra hétfőn reggel, tehát pihenőnap nélkül került sor, a gyakorlati fordulóra pedig kedden reggel, tehát ismét pihenőnap nélkül – az utazás nehézségei nyilván befolyásolták az elért eredményeket. Bár a magyar diákok szereztek egy arany, egy ezüst és egy bronzérmet, nyugodt, zavartalan utazás után többre is képesek lettek volna.

Újdonság volt a XX. olimpián, hogy a négy nyelvű tolmácsolás helyett itt és most először egy nyelven, kizárólag angolul folyt a vita; a nemzetközi zsűri által módosított feladatokat is csak angol nyelven kaptuk meg. A pihenőnapok kiiktatása és a kulturális programok, kirándulások számának csökkentése révén a szokásos tíz nap helyett hét nap alatt bonyolították le a versenyt. Ez fokozott munkaintenzitást követelt mind a szervezőktől, mind pedig a résztvevőktől, ugyanakkor azonban nyilvánvalóan csökkentette a rendezvény költségeit.

A hat, különböző témájú elméleti feladatot a diákoknak 5 óra alatt kellett megoldaniuk; a hibátlan megoldásra egy-egy versenyző maximálisan 60 pontot kaphatott. Ugyancsak 5 óra állt a diákok rendelkezésére a gyakorlati feladat megoldására; itt a maximálisan elérhető pontszám 40 volt. A magyar diákok részletes eredménye és a nemzetek közötti nem hivatalos pontverseny a táblázatban található.

Az eredményhirdetés és ünnepélyes díjkiosztás a Helsinki Egyetem központi épületének aulájában volt. Jelen volt a finn sajtó és televízió is. Egyik munkatársa révén képviseltette magát a magyar követség is, aki a ceremónia után gratulált a magyar versenyzőknek.

Végül meg kell említenünk, hogy a jó eredmény elérésének kettős személyi feltétele van: egyrészt tehetséges, szorgalmas diák, másrészt jól képzett, szabad idejét a célnak szentelő tanár. Köszönetet mondunk azoknak a középiskolai tanároknak, akik időt és energiát áldoztak egy-egy kiemelkedő tehetségű tanítványukra, és így hozzájárultak ahhoz, hogy ezek az OKTV-n elért eredményük alapján bejussanak az olimpiai válogatóba. Kár, hogy ez a sok befektetett munka az utaztatással kapcsolatos nemtörődömség, a diákok csaknem három napos hányattatása során részben füstbe ment.

A XX. Nemzetközi Kémiai Diákolimpiai elméleti feladatai

Az elméleti verseny időtartama öt óra.

A feladatokért járó pontok minden feladat után zárójelben találhatók. Használja a következő állandókat és relatív atomtömegeket:

$$R = 8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$1,00 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$$

H:1,0; C:12,0; N:14,0; O:16,0; F:19,0; S:32,0; Cl:35,5; Br:79,9; Ag:107,9.

A nemzetek közötti nemhivatalos pontverseny a XX. Kémiai Diákolimpián

		Elért pontszám (max. 400)	Arany-	Ezüst- é r e m	Bronz
1.	Kína	319	2	1	1
2.	NSZK	309	1	3	
3.	USA	294,25		3	1
4.	Lengyelország	289	1	2	1
5.	Nagy-Britannia	286		3	1
6.	NDK	279,25	1	1	1
7.	Norvégia	268,75	1		3
8.	Románia	267,75	1	1	1
9.	Magyarország	266	1	1	1
10.	Szovjetunió	260		1	3
11.	Olaszország	258,50	1	1	1
12.	Hollandia	253	1		2
13.	Bulgária	249,50	1		2
14.	Csehszlovákia	249,25	1		2
15.	Ausztrália	244,25		1	1
16.	Szingapur	242,25		1	2
17.	Franciaország	234,50		1	2
18.	Ausztria	233,50	1		1
19.	Finnország	225		1	1
20.	Kanada	211,75			3
21.	Dánia	205			1
22.	Kuba	197,75			1
23.	Svédország	175		1	
24.	Belgium	166			
25.	Svájc	149,50			
26.	Kuvait	110,50			
			13	22	32

A magyar diákok részletes eredménye a XX. Nemzetközi Kémiai Diákolimpián

	Elméleti pontszám	Gyakorlat pontszám	Összes pontszám	ÉREM
Dobó József	46,25	34,5	80,75	arany
Dobolyi Árpád	34,25	35,0	69,25	ezüst
Kádár Mihály	32,25	35,5	67,75	bronz
Somogyi László	23,25	25,0	48,25	

A természetes izotópok gyakorisága. A legnagyobb gyakoriságú izotóp 100 %.

H	1	100,0	2	0,015		
C	12	100,0	13	1,1		
N	14	100,0	15	0,37		
O	16	100,0	17	0,04	18	0,20
P	31	100,0				
S	32	100,0	33	0,80	34	4,4
Cl	35	100,0			37	32,5
Br	79	100,0			81	98,0

1. feladat

Háromdimenziós világunkban az elemek periódusos rendszerét az alábbi négy kvantumszám felhasználásával magyarázzuk: $n = 1, 2, 3, \dots$;

$$l = 0, 1, \dots, n-1; m_l = \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l; m_s = \pm 1/2.$$

Utazzunk a kétdimenziós „Síkországba.” Itt az elemek periódusos rendszere három kvantumszámmal építhető fel. Ezek a következők: $n = 1, 2, 3, \dots$; $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm \pm(n-1)$; és $m_s = \pm 1/2$. Ebben a rendszerben m a háromdimenziós világunk l és m_l kvantumszámából tevődik össze; jelölésére s, p, d, ... betűket használjuk. A következő feladatokban ezt az alapelvet használjuk a kétdimenziós Síkországban, ahol azonban a többi kémiai és fizikai törvény változatlanul alkalmazható a háromdimenziós világunkból.

a) Szerkessze meg a Síkország elemeit rendszerbe foglaló periódusos táblázatot, és az alábbiak figyelembevételével írja be az első négy periódus elemeit: az egyes elemek jelölésére ne betűket, csupán megtöltésük számát használja! A táblázatba minden egyes elem teljes elektronkonfigurációját írja be! (3 pont).

b) Rajzolja le az $n = 2$ főkvantumszámú elemek hibridpályáit! Melyik elem lesz a SÍKORSZÁGBELI szerves kémia alapeleme? Itt is a magtöltést használja az elem jelölésére!

Találja meg az etán, az etén és a ciklohexán síkországbeli analógjait!

Van-e lehetőség Síkországban aromás gyűrűt tartalmazó vegyületek képződésére? (2 pont)

c) Milyen szabályok felelnek meg Síkországban a háromdimenziós világ oktetszabályának és a 18-elektronos-elvnek? (1 pont)

d) Ábrázolja grafikusán a síkországbeli $n = 2$ elemek első ionizációs energiáit a rendszám függvényében!

Ábrázolja grafikusán, hogyan növekszik Síkország periódusos rendszerében az elemek elektronegativitása! (1 pont)

e) Rajzolja le az $n = 2$ főkvantumszámú elemek kétatomos, semleges, homonukleáris molekuláinak molekulapálya-energiadiagramjait!

Ezek közül melyek stabilisak Síkországban? (2 pont)

f) Vegyük az $n = 1$ főkvantumszámú elemeknek a Síkország legkönnyebb elemével ($Z = 1$) alkotott egyszerű biner vegyületeit.

Rajzolja le ezek Lewis-szerkezetét!

Milyen a molekulák térbeli alakja (GEOMETRIÁJA)?

Milyen hasonló vegyületek vannak a háromdimenziós világban? (2 pont)

g) Vegyük az $n \leq 3$ periódusok elemeit! Javasljon az a) pontban leírt periódusos rendszer alapján minden egyes síkországbeli elemhez egy háromdimenziós világból vett

analógot, és írja be a táblázatba ezek vegyjelét! A háromdimenziós világ elemeinek fizikai és kémiai tulajdonságait figyelembe véve jósolja meg az analóg kétdimenziós elem hamazállapotát közönséges körülmények között! (1 pont)

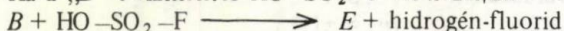
Összesen: 12,0 pont.

2. feladat

Egy „A” elemet szobahőmérsékleten és nagy nyomáson (kb 1 MPa) 1:9 mólarányban elegyítünk fluorgázzal. 900 °C-ra hevítve három vegyület: B, C és D képződik. Mindhárom szilárd, kristályos anyag, 150 °C alatti op-vel.

„C”-nek 36,7 tömeg%, „D”-nek pedig 46,5 tömeg% a fluortartalma.

Ha a „B”-t vízmentes HO–SO₂–F-vel kezeljük –75 °C-on, az „E” vegyület képződik:



„E” szilárd, kristályos anyag, amely 0 °C-on heteken át stabilis, de szobahőmérsékleten napok alatt elbomlik.

„E” elektronsűrűségének megoszlását (ezt röntgendiffrakcióval mérték) két, egymásra merőleges síkban (az x–y és x–z síkokban) az alábbi két táblázatban adtuk meg (következő oldalak). Ezekben a táblázatokban (elektronsűrűség-térképeken) feltüntetett számok arányosak az „E” vegyület atomjainak közelében található elektronsűrűséggel (a térkoordináták függvényében). Ezen elektronsűrűségek maximumai egybeesnek azzal a hellyel, ahol az atomok találhatók. A maximumok értékei közelítőleg arányosak a szóban forgó atom elektronjainak számával. A Descartes-féle koordináta-tengelyek mindkét síkban fel vannak tüntetve. Ezeken a térképeken minden jelentős elektronsűrűség látszik.

a) Kösse össze a maximumok körüli azonos elektronsűrűségű helyeket egy önmagába visszatérő görbével! Húzzon több ilyen görbét!

A későbbiekben az egyes maximumok segítségével tudja majd az „E” vegyületet alkotó atomokat azonosítani. (2 pont)

b) Az „A” atom relatív atomtömegének megerősítésére a következő meghatározás szolgál:

Ha 450,0 mg „C”-vel jelölt vegyületet fölös mennyiségű higannyal kezelünk, 53,25 cm³ 101,0 kPa nyomású és 25 °C-ú „A” fejlődik.

Számítsa ki „A” relatív atomtömegét! (1 pont)

c) Adja meg (azonosítsa) az „A”, „B”, „C”, „D” és „E” anyagokat! (2 pont)

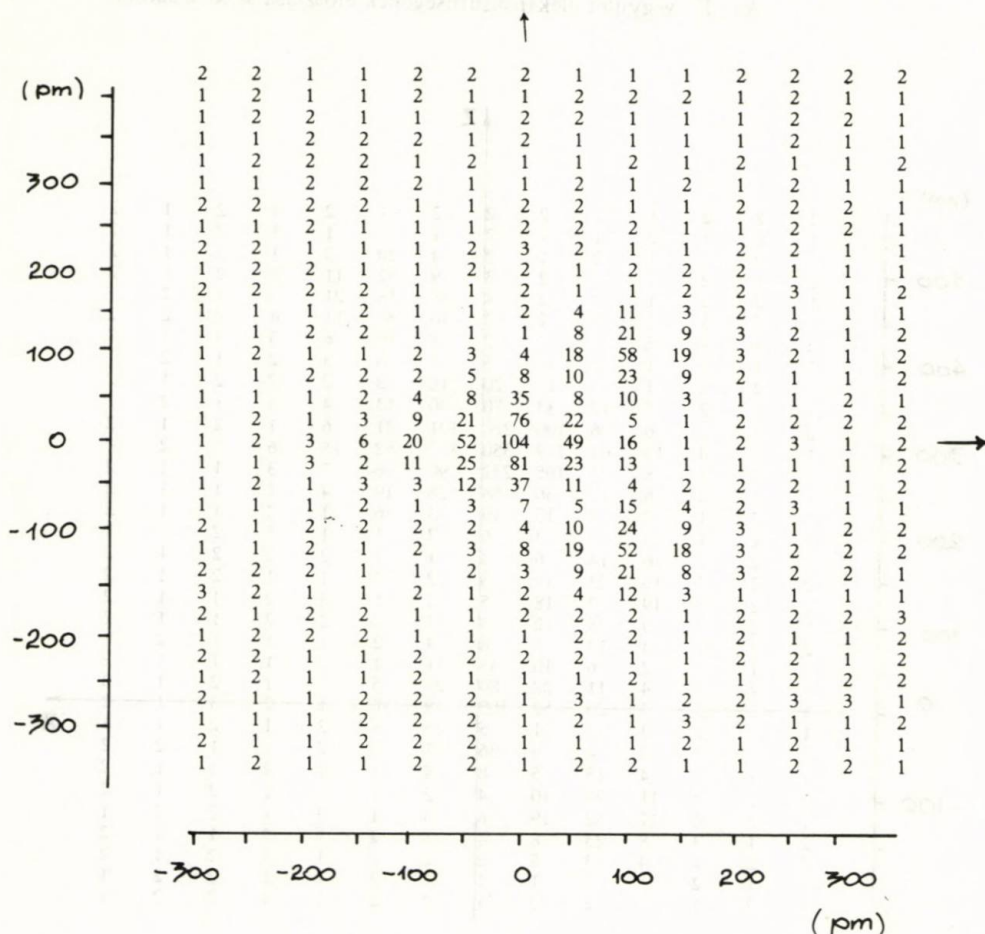
d) Használja a vegyértékelektronpár-taszítási elméletet (VSEPR), és állapítsa meg a „B” és „C” molekula geometriáját! A két elektronsűrűségi táblázatot (térképet) használva vázolja fel az „E” molekula geometriáját is! (2 pont)

„B”, „C” és „D” eredeti elegyét vízzel elhidrolizáljuk. Ha csak „B” hidrolizál, „A” és oxigén fejlődik, és hidrogén-fluorid vizes oldata képződik. Ha csak „C” hidrolizál, „A” és oxigén fejlődik 4:3 mólarányban, valamint AO₃ összetételű oxid vizes oldata és hidrogén-fluorid vizes oldata képződik. „D” hidrolízisével AO₃ és hidrogén-fluorid vizes oldatát kapjuk.

e) Írja le a három hidrolízis egyenletét! (1 pont)

f) „B”, „C” és „D” elegyének összetételét úgy határozzuk meg, hogy teljesen elhidrolizáljuk.

Az „E” vegyület elektronsűrűségének eloszlása az x–y síkban



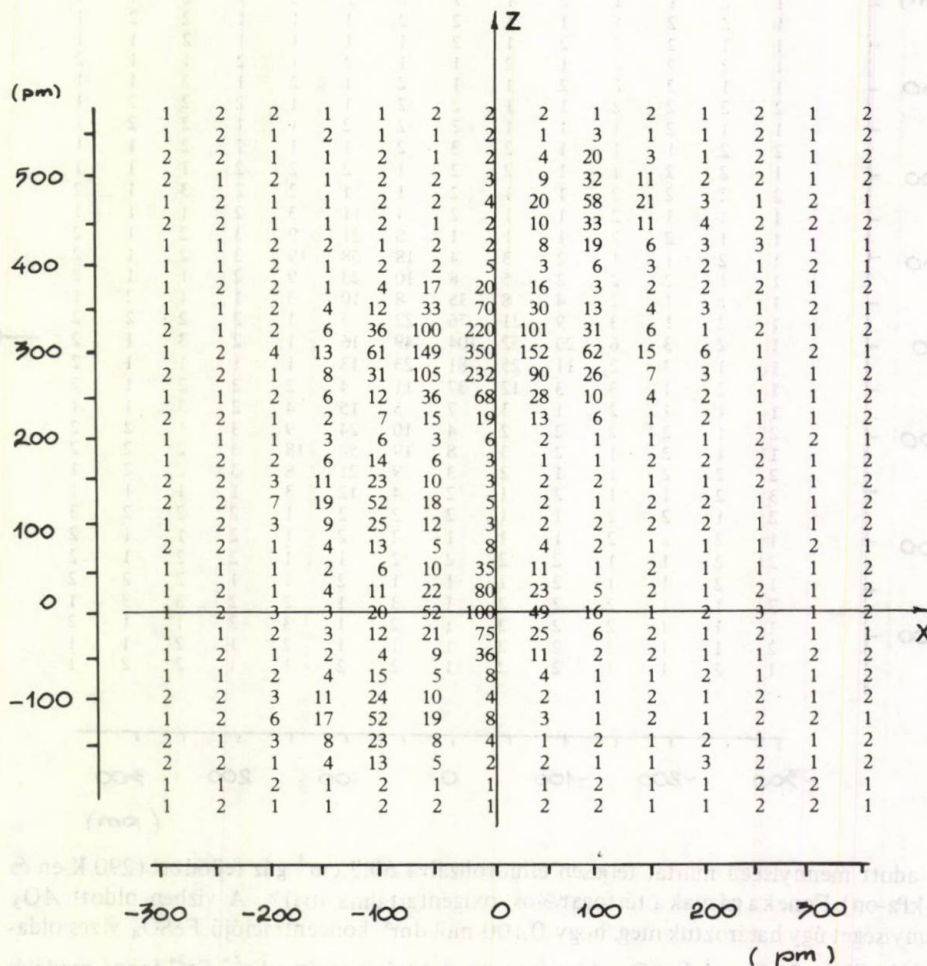
Egy adott mennyiségű mintát teljesen elhidrolizálva $60,2 \text{ cm}^3$ gáz fejlődött (290 K-en és 100 kPa-on). Ennek a gáznak a térfogat%-os oxigéntartalma 40,0%. A vízben oldott AO_3 mennyiséget úgy határoztuk meg, hogy $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú FeSO_4 vizes oldattal titráljuk: $36,0 \text{ cm}^3$ FeSO_4 -oldat fogyott. A titrálás során a Fe^{2+} Fe^{3+} ionná oxidálódott, és az AO_3 „A”-vá redukálódott. Számítsa ki mól%-ban „B”, „C” és „D” eredeti elegyének összetételét! (4 pont)

Összesen 12 pont

3. feladat

Az autómotorok által termelt szén-monoxid egyike a legveszélyesebb környezeti mérgeknek. Kiterjedt vizsgálatokat végeznek a kipufogógázokban levő szén-monoxidot szén-dioxiddá alakító hatásos katalizátorok kifejlesztésére. Vegyünk egy családi autót. Négy hengere van, az összes hengertérfogat 1600 cm^3 , és az üzemanyag-felhasználás $7,0 \text{ dm}^3/100 \text{ km}$, ha 90 km/óra sebességgel halad. Egy másodperc alatt mindegyik hengerben 25 égési ciklus játszódik le, és egyenként a hengerek $0,400 \text{ g}$ üzemanyagot használ-

Az „E” vegyület elektronsűrűségének eloszlása az x–z síkban



nak fel. Tételezzük fel, hogy az üzemanyag 2, 2, 4-trimetil-pentánból áll (C_8H_{18}). A sú-
rítési viszony a hengerekben 1:8 (a legkisebb és legnagyobb térfogat közötti arány,
amelyet a dugattyú a hengerben bezár).

a) Számolja ki a motor levegőfelhasználását (m^3 /szekundum). A gázosított üzemanyag
és a levegő akkor áramlik be a hengerbe, amikor annak a térfogata a legnagyobb, a henger-
ben a nyomás ekkor 101,0 kPa. Feltételezheti, hogy a beömlő üzemanyag és levegő hő-
foka 100,0 °C. A levegő 21,0 tf% oxigént és 79,0 tf% nitrogént tartalmaz. Tételezzük
fel, hogy az üzemanyag széntartalmának 10,0 %-a képez szén-monoxidot az égés során, és
a nitrogén inert marad! (2 pont).

b) Az elgázosodott üzemanyag és a levegő akkor van összenyomva a legjobban, amikor
a hengerben a térfogat a legkisebb. Ekkor gyújtja meg a gyújtógyertya a hengerben levő
üzemanyag-levegő keveréket.

Számítsa ki (1) a kipufogógázok összetételét (tf%) (2) és a hőmérsékletét (K) közvetlenül az égés után (a kipufogógázok még nem tudtak kitágulni). A következő termodinamikai értékek ismeretesek. Ön feltételezheti, hogy mind a képződési entalpiák és mind a moláris hőkapacitások függetlenek a hőmérséklettől, és a hőmérséklet-változás hozzávetőleges számításához felhasználhatók. (5,0 pont)

Anyag	$\Delta H^\circ_{\text{képz.}}$ (kJ · mol ⁻¹);	C_p (J · mol ⁻¹ · K ⁻¹)
O ₂ (g)	0,0	29,36
N ₂ (g)	0,0	29,13
CO(g)	-110,53	29,14
CO ₂ (g)	-395,51	37,11
H ₂ O(g)	-241,82	33,58
2,2,4-trimethyl-pentane	187,82	

c) Számítsa ki a hengert elhagyó kipufogógázok végső hőmérsékletét, feltételezve, hogy a dugattyú elmozdult, és a gázok a legnagyobb hengertérfogatot töltik be! A gázkeverék ideális gázként viselkedik, és a végső nyomás a hengerben 200,0 kPa. (2 pont)

d) Átalakítando a CO-gázt CO₂-gázzá, a kipufogógázokat átvezetjük egy katalizátorral töltött csövön. A katalizátor működése a következő képlettel írható le:

$$\left[\frac{n_3(\text{CO})}{n_4(\text{CO}_2)} \right] = \frac{1}{4} \cdot k \cdot \left[\frac{n_1(\text{CO})}{n_2(\text{CO}_2)} \right]_i \cdot v \cdot e^{-(T/T_0)}$$

ahol $[n_3(\text{CO})/n_4(\text{CO}_2)]$ a katalizátort elhagyó CO és CO₂ molaránya, $[n_1(\text{CO})/n_2(\text{CO}_2)]_i$ pedig a molarányuk a katalizátor előtt, v a kipufogógázok áramlási sebessége (mol s⁻¹). T a kipufogógázok hőfoka a katalizátor előtt (feltételezzük, hogy ez azonos a hengerből távozó gázelegv hőfokával) T_0 a referencia (összehasonlító) hőmérséklet (373 K) és k egy állandó (3,141 s · mol⁻¹). Számítsa ki a katalizátort elhagyó kipufogógázok összetételét (tf %)! (3 pont).

Összesen: 12,0 pont

4. feladat

a) Egy oldat kloridion-tartalmát úgy határozhatjuk meg, hogy ezüst-nitrát-oldattal lecsapjuk az ezüst-klorid-csapadékot. Ez a csapadék azonban fény hatására gyorsan bomlik elemi ezüstre és elemi klórra. Tételezzük fel, hogy ez utóbbi vizes oldatban klorát- és kloridionra diszproporcionálódik. Az így képződött kloridion ezüstionok feleslegével lecsapható, a klorátionok azonban nem adnak csapadékot az ezüstionokkal.

- Írja le a fent említett reakciók egyenletét! (1,5 pont)
- A kloridionok súly szerinti meghatározását ezüstionok fölöslegével végezték. A csapadék tömegének 12 %-a bomlott el fény hatására. Állapítsa meg, hogy milyen irányú és mértékű hibát okoz a bomlás! (2,5 pont)

b) Van egy oldatunk, amely két gyenge savat (HA és HL) tartalmaz; ezek koncentrációja 0,020 és 0,010 mol · dm⁻³.

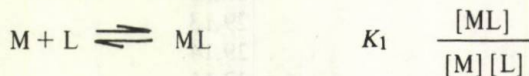
- Logaritmikus diagram használatával — $\lg c = f(-\lg[H^+])$ határozza meg grafikusan az oldat pH-ját!
- Számolja ki az oldat pH-ját!

A feladatok megoldásához az alábbi adatok állnak rendelkezésére:

$$K_{\text{savHA}} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$K_{\text{savHL}} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

c) Az M fémion a H_2L savval ML összetételű komplexet képez. Ennek a komplexnek a stabilitási állandója K_1 .



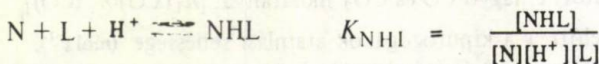
Az oldat tartalmaz egy másik fémiont (N), amely a H_2L savval NHL komplexet képez. Határozza meg a K'_1 (látszólagos, feltételezett) egyensúlyi állandót az ML komplexre a $[\text{H}^+]$ és K értékével kifejezve!

$$K'_1 = \frac{[\text{ML}]}{[\text{M}'][\text{L}']}$$

$[\text{M}']$: Az ML-ben nem kötött, összes (teljes) M koncentrációja.

$[\text{L}']$: Az összes L tartalmú spéciesz (ion, molekula) koncentrációjának együttes mennyisége, kivéve azt, ami az ML-ben van kötve.

Az ML komplex képződési állandóján kívül ismerjük a H_2L vegyület K_{sav_1} és K_{sav_2} savi állandóit, valamint az NHL komplex képződési állandóját: K_{NHL} .



Feltételezzük, hogy a $[\text{H}^+]$ és $[\text{N}]$ egyensúlyi koncentrációi ismeretesek. Egyszerűsítés kedvéért a felírt egyenletekben az összes komplex töltését elhanyagoltuk! (4 pont)

Összesen: 12 pont

5. feladat

Az A egy egyszerű vegyület, amelyet fenolból állíthatunk elő. Az A-t B-vé oxidálhatjuk, valamint az A-ból kénsavas dehidratálással C terméket állíthatunk elő. Az A vegyület PBr_3 -dal a D keletkezése közben reagál. A D tömegspektrumában van egy igen intenzív csúcs: m/e 83 (alapsúcs) és kettő molekulaion csúcs: m/e 162 és 164. A két utóbbi csúcs relatív intenzitása 1,02.

A D vegyület átalakítható egy E organomagnéziumos vegyületté. Az E reagálva egy F oxóvegyülettel – vízmentes éterben – hidrolízis után adja a G terméket, amely egy szekunder alkohol, összegképlete $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}$.

a) Írja fel a G szintézisének az összes reakciólépését, és írja fel A–G-ig az összes vegyület szerkezeti képletét! (2 pont)

b) Vizsgálja meg az A–G vegyületeknél, melyeknél lehetségesek sztereoizomerek! (2 pont)

c) Használja az első oldalon megadott természetes izotóp gyakoriságadatokat, magyarázza meg a tömegspektrum három megadott jelét! (2.0 pont)

Összesen: 6.0 pont.

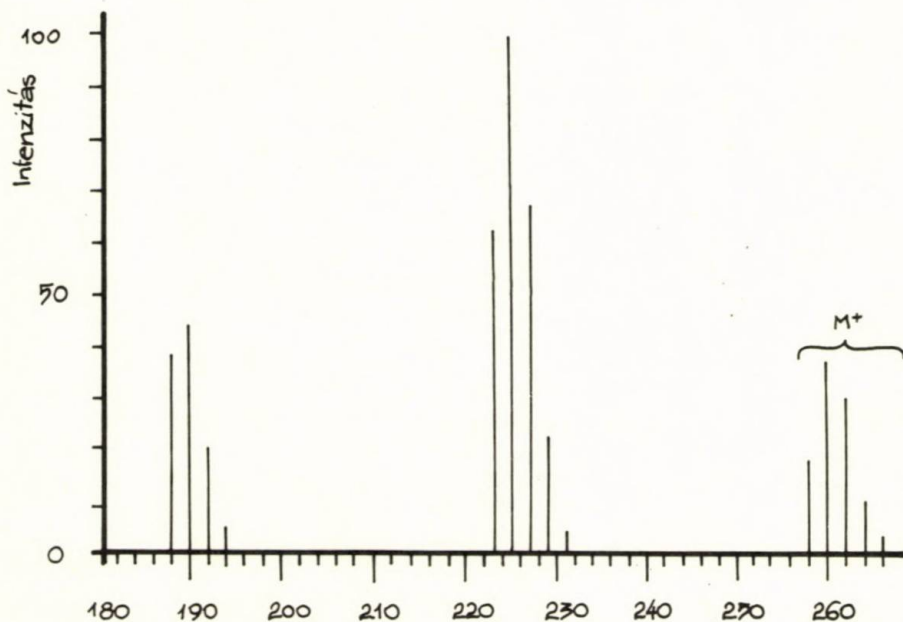
6. feladat

Egy petrokémiai üzem közelében klórtartalomra vizsgálva a tengeri kagylókat, egy új – az élő szervezetben felhalmozódó – környezetszennyező mérget – X – találtak, amelyet egy tömegspektrométerrel összekapcsolt gázkromatográf segítségével azonosítottak. Az X vegyület tömegspektruma alatt található.

Adja meg az X szerkezeti képletet, feltételezve, hogy ez az anyag az olvadékelektrolízissel történő klórgyártás cellája szintetikus gumitömítésének bomlási terméke. Nevezze el az X vegyületet. A megfelelő természetes izotópok előfordulási gyakorisága az 27. oldalon található.

Összesen: 6 pont.

Az ionintenzitások: m/s 196, 233, 268 és 270 nagyon alacsonyak (nem látszanak). A ^{13}C -t tartalmazó ionokat nem tüntettük fel az egyszerűség miatt.



CONTENTS

<i>Zoltán Tóth – György Soltész</i> : Calculations of solutions and reactive systems by mass fractions	1
<i>László Répás</i> : Some question of teaching chemical calculations	6
<i>Judit Wajand – András Róka</i> : Exercises and valuations of OKTV Chemical Competition 1987/88. 3th turn (I. cat.)	12
<i>Hildegard Hartmann – János Botyánszky</i> : Exercises of OKTV Chemical Competition 1987/88. 3th turn (II. cat.)	19
<i>Piroska Orsós – János Samu</i> : The XXth International Chemical Games for Students	24

INHALT

<i>Zoltán Tóth – György Soltész</i> : Mit Lösungen und reaktiven System verknüpften Rechnen mit Hilfe des Massenbruches	1
<i>László Répás</i> : Einige Fragen des Unterrichtes der chemischen Rechnen	6
<i>Judit Wajand – András Róka</i> : Die Aufgaben und die Bewertung des dritten Rundes des chemischen Landeswettbewerbes für Mittelschule im Jahre 1987–88. (Für Klassen mit allgemeinen Unterrichtsplan der Gymnasien. I. Kategorie) ..	12
<i>Hildegard Hartmann – János Botyánszky</i> : Die Aufgaben des dritten Rundes des chemischen Landeswettbewerbes für Mittelschule, 1987/88. (II. Kategorie)	19
<i>Piroska Orsós – János Samu</i> : XX. Internationale Chemische Studentenolympiade	24

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Тóтх Зо́тан — Шо́лтес Дьёрдь</i> : Исчисления связи с растворениями и реактивными системами с помощью дроби массы	1
<i>Рэпаш Ласло</i> : Некоторые вопросы обучения химическим исчислениям	6
<i>Вачно Юдит — Рока Андраш</i> : Задания 111-го тура Общегосударственного Среднешкольного Учебного Конкурса по химии и их оценка. (Для гимназических классов обучающихся по общей учебной программе I. категория.)	12
<i>Хартман Хилдегард — Ботьянски Янош</i> : Задания 111-го тура Общегосударственного Среднешкольного Учебного Конкурса по химии 1987-88. (II. категория.)	19
<i>Оршош Пирошка — Шаму Янош</i> : XX. Международная Олимпиада Учащихся по химии	24

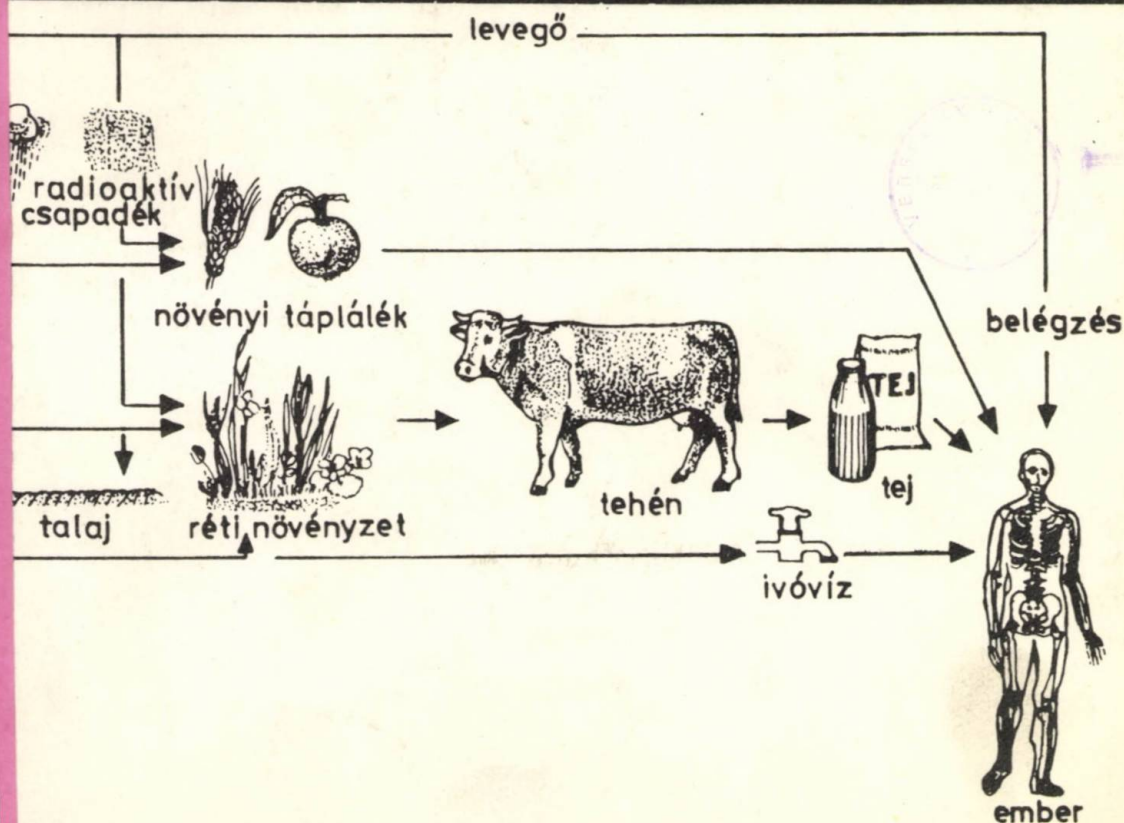
A KÉMIA TANÍTÁSA

2

XXVIII. ÉVF.

1989.

A MŰVELŐDÉSI MINISZTERIUM MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA



A
KÉMIA
TANÍTÁSA

A MŰVELŐDÉSI
MINISZTERIUM
MÓDSZERTANI
FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:
KECSKÉS ANDRÁSNÉ

Szerkeszti:
A SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Szerkesztőség:
(1087 Budapest VIII., Berzsenyi D. u. 6.)
Országos Pedagógiai Intézet Természet-
tudományi Osztálya. Telefon: 114-1008
Kiadja: a Tankönyvkiadó, 1055 Budapest
V., Szalay utca 10-14. - A kiadásért fele-
lős: a Tankönyvkiadó igazgatója. - Terjesz-
ti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkéz-
besítő postahivataloknál és a Hírlapelőfi-
zetési és Lapellátási Iroda (Bp. XIII. Lehel
u. 10/a) közvetlenül vagy posta utalvá-
nyon, valamint átutalással a POSTA
BANK RT. 219-98636; 021-02799. Előfi-
zetési díj egy évre 42,-Ft.
Megjelenik: évente hatszor

PERFEKTOR KFT. Nyomda

ISSN 0451-6419

Kérjük a Kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket
gépelve, két példányban
küldjék meg a szerkesztő-
ség fenti címére! —A papír-
lapnak csak egyik oldalára
kettes sortávolsággal írja-
nak! Egy-egy oldalra 30
sort gépeljenek! A sor
hossza 60 betűhely. A
cikkek terjedelme legfel-
jebb 4–5 gépelt oldal
legyen! A rajzokat, táblá-
zatokat külön lapon, meg-
felelő ábraszöveggel (alá-
írással) ellátva küldjék be!
Kérjük, tüntessék fel pon-
tos laccímüket és személyi
számukat is!

Szerkesztőség

A SZERKESZTŐBIZOTTSÁG
Dr. Körner Miklósné, Michalovszky Csabáné,
Szabó Lászlóné, dr. Rozgonyi Jánosné,
dr. Pálfalvi Aladárné, Pfeiffer Ádám,
dr. Szűcs László

Tartalom

Bazsa György: Nemtermikus akti- válás	33
Balogh Márton: Kémia és környezet- védelem	42
Rácz László–Veres Tamás: A Landolt-féle időreakció kivitele- zésének megbízhatóbbá tétele	53
Rózsahegyi Márta–Kosztai Katalin: Régi kísérletek új kivitelben	55
Könyvismertető	64
Folyóírat szemle	B/3

Nemtermikus aktiválás

A természetről kialakított tudományos világgépünk egyik alapeleme, hogy a különböző energiatípusok egymásba kölcsönösen átalakíthatók. Az *energiamegmaradás* törvénye éppen ebben a lehetőségben nyeri el értelmét. A kérdéskör vizsgálatába a tudománytörténetileg meghatározó jelentőségű mechanikai energia hőenergia átalakítástól kezdve a Carnot-féle körfolyamaton át a másik nagy mérőfogalom, az Einstein-féle $E=mc^2$ összefüggés felállításáig igen sok minden beletartozik.

A kémikus érdeklődésének középpontjában természetesen a *kémiai energia* átalakulásának vizsgálata áll. Mit értünk kémiai energián? A kémiai energia az a kémiai kötésekben lokalizált energia, amelyet e kötések létrehozásakor a kémiai rendszer (a molekulák adott mennyisége) környezetéből felvesz, vagy a reagáló anyagok belső energiájából megtart, s amely e kötések felbomlásakor a környezetbe vissza- vagy új kötésekbe átkerül. Nem tartozik a kémiai energiához sem a molekula (halmaz) kinetikus energiája (rendszerint termikus energiája), sem az atomok belső energiája, illetve a mag energiája. A kémiai energia (ismert okokból nem abszolút értékének, hanem változásának) mértéke a vegyületek belső energiája, állandó nyomáson a képződési entalpia. Az elemek képződési entalpiája ezért cél-, illetve definíciószerűen nulla.

A kémiai energia sem kivétel a többi energia alól a tekintetben, hogy más energiatípusokkal átalakítható, illetve azokból a kémiai energia visszanyerhető. Bár a mai kémiának talán nem központi problémája, de mégis rendkívül fontos a kémiai energiahordozók kérdésköre. A fosszilis energiahordozók, a szén, a kőolaj, a földgáz az egykori természet kémiájának terméséből állnak rendelkezésünkre. A kémiai energiahordozók kutatása (a gombaelemekről a műbenzinig) az energia viszonylag kényelmes és biztonságos tárolását, szállítását, szabályozható, bármikor felhasználását kívánja lehetővé tenni, de ezt még minden szempontból nem sikerül gazdaságos módon megvalósítani.

A termikus aktiválás

Bár témánk a nemtermikus aktiválás, annak elemzőbb áttekintése érdekében indokolt felidézni a termikus aktiválás néhány sajátosságát. A kémiai és egyéb energiatípusok kapcsolata közül legnyilvánvalóbb a hőenergiával való kapcsolat. Egyrészt alig van kémiai változás, ami nem járna valamilyen hőeffektussal, másrészt ugyanennyire közzismert, hogy hőenergia közlése (vagy elvonása), azaz a hőmérséklet változása mennyire befolyásolja a kémiai folyamatokat. Ezt a kapcsolatot a fizikai kémia részleteiben és kvantitatíven feltárta és leírta. Egyik elsőként kialakult egzakt tudományterület éppen a termokémia volt. A termodinamika e témakör tárgyalásakor szükségszerűen együtt vizsgálja a kémiai energia, a hőenergia és a térfogati munka kapcsolatát. Mindez közzismerten a folyamatok irányának és egyensúlyi viszonyainak tárgyalását jelenti. Említsük még meg, hogy a kémiai és hőenergia kölcsönösen (kétirányúan) átalakíthatók egymásba, sem az átalakítás irányának, sem hatásfokának elvi korlátai nincsenek.

(szemben pl. a hőenergia és a mechanikai munka közismert viszonyával). Talán ennek tudható be, hogy a kémiai energiának nem alakult ki külön mértékegysége, kifejezésére általában a hőenergia egységét (régebben a cal-t, ma a joule-t) használjuk, míg néhány más energiafőleseknek közismerten van (volt) „saját” egysége, így pl. az erg, a watt, az eV, a TE (tömeg egység).

A kémiai folyamatokban (reakciókban) azonban nemcsak a végállapotokra jellemző (és így az úttól független) energiaváltozások játszanak döntő szerepet, hanem meg kell (ett) különböztetni egy ezektől független, a változás bekövetkezéséhez szükséges energiaigényt, amit *aktiválási energiának* (E_a) nevezünk. Ez az energiaigény a kémiai változásban részt vevő rendszer éppen reagáló részeinek „átmeneti” energiaigénye, az a többletenergia, amely a változás végbe meneteléhez, mint tudjuk az ehhez tartozó potenciálgáton való átjutáshoz szükséges. (A reakció energiaszükségletét és aktiválásienergia-igényét a tárgyalandó reakciótípusoknál megkíséréljük elválasztani, mégha ez az egyes esetekben nem is lesz egyszerű és egyértelmű.) Nem véletlen, hogy az aktiválási energia felismerése és magyarázata a *termikus aktiválású* reakciókhoz kötődik, hiszen a reakciósebesség igen általánosan tapasztalt hőmérsékletfüggéséből és a Maxwell-Boltzmann-féle termikus energiaeloszlás tényéből lehetett erre a következtetésre jutni. Az részletesebb indoklás nélkül is belátható, hogy

- a termikus aktiválás minden reakcióban elképzelhető, mivel a hőenergia felvételét (a részecskék kinetikai energiájának növelését) rendszersajátosságok (pl. kiválasztási szabályok) általában nem tiltják, mértékének legfeljebb a molekulák hőbomlása szab korlátokat;
- másrészt a termikus aktiválás rendszerint *nem szelektív*, hiszen csak az egész reakciórendszer együttese melegíthető: különböző hőmérsékletű reakciók elegyítésekor a rendszer hőmérséklete nem túl gyors reakciókban kiegyenlítődik és a Boltzmann-eloszlás beáll. (Összetett reakciókban előfordul, hogy a hőmérséklet emelése kimutathatóan az egyik vagy másik reakció révén hat. Pl. a H_2 és Br_2 reakciójában a magasabb hőmérséklet a brómmolekula (és nem a H_2) disszociációját növelve gyorsítja a HBr képződését.)

Nemtermikus aktiválások

A természetben négyféle alapvető kölcsönhatást – és ezekhez társulóan energiát – ismerünk: a gravitációs, az elektromágneses, valamint a gyenge és erős (magbéli) kölcsönhatásokat. Ugyanakkor az energia megjelenésének számos formáját találjuk. Ezek közül mostani szempontunkat figyelembe véve megemlítenéd

- a *mechanikai energia*, azon belül is sajátos esetként a térfogati munka, a dörzsölési energia, a hangenergia, a kinetikai energia;
- az *elektromos energia* (a töltések által szállított elektromos áram vagy másként a statikus elektromos erőter munkája);
- a *fényenergia*, általánosabb megfogalmazásban a különböző hullámhosszú *elektromágneses sugárzás* vagy még másként a *változó elektromágneses tér energiája*;
- a *statikus mágneses tér energiája*;

Mivel szempontunkból nem igazán jelentős, csak érinteni fogjuk a magenergiát (meg sem különböztetve a gyenge és erős kölcsönhatások eredményeit). Érdekes viszont, hogy a teljesen általánosan ható gravitációs energia a kémiai energiával semmiféle közvetlen kapcsolatba nem hozható, a (mégoly nagy mesterséges) gravitációs mező nincs hatással a kémiai folyamatokra.

Az olyan eseteket, amikor egy energiafeleség csak közvetetten érvényesül, mint pl. a magasról leejtett TNT felrobbanásában a gravitációs energia, nem fogjuk tárgyalni.

A következőkben sorra vesszük a nemtermikus aktiválások típusait. Előjáróban hangsúlyozzuk, hogy a tárgyalás arányai nem ezek jelentőségét tükrözik, hanem elsősorban a kevésbé ismerteknek szentelünk több teret. (A fotokémia vagy elektrokémia klasszikus részei bármely tankönyvben megtalálhatók.) Másrészt kiegészítjük a nemtermikus aktiválás folyamatának bemutatását olyan értelemben, hogy utalunk arra is, vajon a kémiai energia átalakulhat-e, és milyen jelenség kíséretében alakul át az adott energiafeleséggé.

A mechanikai aktiválás változatai

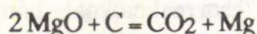
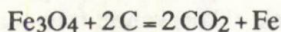
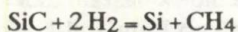
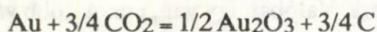
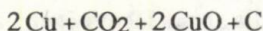
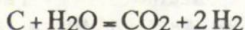
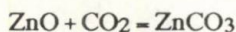
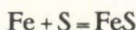
Már említettük azt az általános tapasztalatot, hogy a kémiai változásoknál a belső energia változása a hőből és a térfogati munkából adódik. A térfogati munka nyomás- és térfogatváltozást jelent. Ez elvileg megadja annak lehetőségét, hogy térfogati munka befektetésével a kémiai változást befolyásoljuk. Valóban így van, ennek több változatát is említhetjük. Nyomásnövelés hatására a gázreakciók a molekulaszám csökkenése irányában lejátszódnak (vagy legalábbis egyensúlyuk erre felé tolódik el). Látni kell, hogy ekkor nem külön aktiválást végzünk, hanem (ha izotermikusan dolgozunk, akkor) koncentrációt növelünk, másrészt ha adiabatikusan növeljük a nyomást, akkor – exoterm reakcióknál – hőmérsékletet is emelünk. A relaxációs módszerek sorában a nyomásugrás is kémiai változást idéz elő: eltol egy nyomásra érzékeny oldategyensúlyt. De a lejátszódó folyamat itt is termikus reakció. Végül is egyik esetben sem beszélhetünk „nemtermikus” aktiválásról. Említsük még meg a gyufagyújtás esetét! A mechanikai energia itt nagyobbrészt hőfejlődés révén hat, s az így lokálisan iniciált reakció nagyfokú exotermicitása biztosítja annak gyors kiteljesedését.

Tribokémiai hatások

Egyértelműen mechanikai energiát közlünk a szilárd halmazállapotú rendszerrel annak őrlésekor vagy dörzsolésekor. Az így elérhető kémiai változások jelentik a *mechanokémia* vagy *tribokémia* tárgyát (a görög *tribo*=dörzs szóból). (Az előbbi a folyamatok általánosabb, az utóbbi a specifikusabb elnevezése.) Első pillanatra úgy tűnhet, hogy az őrlés folyamatában a szemcseméret-csökkenés a meghatározó, ami a nagyobb fajlagos felület kialakulása révén magától értetődően gyorsítja az őrlött anyag valamely reakcióját. Meg kell különböztetnünk két esetet: az egyikben az őrlés valamely anyag (reaktáns vagy katalizátor) előkészítését jelenti egy későbbi kémiai folyamatban való részvételre, a másikban a kémiai reakció az őrléssel együtt játszódik le. Az előbbiben jobbra csak nemtermikus aktiválásról van szó, míg az utóbbiban a mechanikai energia már a folyamat szabadenergia-igényét is fedezheti. Egyértelműen kitűnt, hogy az egyszerű felületnövelésnél többről van szó: az őrlés mechanikai energiájának hatására a törési síkok, élek mentén jelentős felületi erők jelennek meg, amelyek jelentősen növelik az anyag reakciókészségét vagy katalitikus hatását. Ezen túl azt is kimutatták, hogy számos anyag belső kristályos szerkezete finoman őrlött állapotban más, mint durva szemcsés állapotában volt. Pl. a kaolinban hosszú (~ 100 órá) őrlés hatására permutit- és zeolitszerű szerkezet jelenik meg, illetve igen hosszú őrlés után az anyag amorffá válik. Ez maga után vonja pl. a kationcserélő és adszorpciók képessége, a fajlagos felület, az oldhatóság, a sűrűség és más tulajdonságok megváltozását. Ilyen jelenségeket számos anyagon tapasztaltak: pl. kvarc, földpát, muszkovit, bentonit,

gipszkő, dolomit, kloritok stb. esetén. A folyamatok értelmezésére Thiessen fogalmazta meg azt a „magplazma” modellt, amely szerint az őrléskor bizonyos pontokon olyan energiatorlódás lép fel, ami rövid időre (10^{-7} s) magas hőmérsékletű plazmaszerű viszonyokat teremt, s ez elektron-gerjesztéshez (az ezt kísérő tribolumineszcenciához), szabad atomok, ionok keletkezéséhez vezet. Ezek azonban nem jutnak a felületen termodinamikai egyensúlyba, hanem jóval átlag feletti energiával bíró felületi részeket hoznak létre.

Laboratóriumban számos mechanokémiai reakciót vizsgáltak. Néhányat közülük az alábbiakban sorolunk fel:



Sok elem kimutatására mechanokémiai színreakciót is kidolgoztak: pl. Fe (III) sókat ammónium-triocianáttal összedörzsölve a $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ jól ismert piros színét kapjuk. Említsünk meg néhány ipari méretekben is megvalósított mechanokémiai folyamatot: ólomfehér pigment előállítása ólomból levegőn történő szárazőrléssel, szilikátcement előállítása, jól felszívódó foszforműtrágya készítése ásványból őrléssel stb. Miért találkozunk mégis oly ritkán (vagy alig) mechanokémiai vagy tribokémiai folyamatokkal? Mert az energiahasznosítás hatásfoka meglehetősen kicsi, és összességében a mechanokémiai aktiválás drága.

A mechanokémiai folyamatok megfordítottjának az igen ritkán olvasható *teinokémiát* tekinthetjük. A kis számú eset talán meg sem érdemli e külön nevet. Csak egy példa: polivinil-alkoholból készített lamellák lúg, illetve sav hatására összehúzódnak, illetve kitégúlnak. Azt azonban meg kell fontolni: az élő szervezet izommunkája szükségszerűen ilyen jellegű változásokra épül. E téren Szent-Györgyi Albert végzett úttörő jellegű és fontos eredményekre vezető vizsgálatokat.

Szonokémiai (akusztokémiai) reakciók

Az ember által „használt” kibocsátott és hallott hang ($\nu=16\text{--}16\,000$ Hz) nemigen idéz elő fizikai-kémiai változásokat, fiziológiai intenzitásban meglehetősen ártalmatlan, szinte hatástalan energiafésülés. (Nem lehet persze kétséges, hogy a hanginger feldolgozásában kémiai változásokra is sor kerül.) Makroszkopikus kémiai hatást az ennél lényegesen nagyobb frekvenciájú hangok, az ún. ultrahangok fejtenek ki. Ezek frekvenciájának felső határa gázokban kb. 5 MHz, folyadékokban kb. 500 MHz. A hatás mértéke szempontjából természetesen fontos annak intenzitása is. A szonokémiában $\sim 20\text{--}100$ kHz frekvenciatartományban $\sim 1\text{--}100 \text{ W cm}^{-2}$ energiasűrűségeket alkalmaznak.

rűséget szokás használni, ami már jó kémiai hatásfokot eredményezhet. A 2–10 MHz tartományú ultrahangot az orvosi diagnosztikai vagy terápiái gyakorlatban és a gyors kémiai reakciók kinetikájának vizsgálatában alkalmazzák. Az ultrahangot 1880-ban P. Curie fedezte fel a piezoelektromos hatás révén. Alkalmazása a Titanic katasztrófája után kezdődött el – víz alatti jéghegyek felkutatására. Különböző kémiai hatásait már régebben is leírták, de az utóbbi évtizedekben szélesedett ki számottevően a szonokémia (ritkább nevén akusztokémia), amikor a nagy energiasűrűséget biztosító ultrahangforrások elterjedtek.

Az ultrahang elasztikus tulajdonságú közegben terjedő periodikus nyomásváltozás. Hatására a közeg részecskéi rezgésbe jönnek (miközben a hang intenzitása ezen abszorpció révén exponenciálisan gyengül), de még a legnagyobb frekvenciák sem elégségesek akár csak a molekulák rotációjának megváltoztatására. A kémiai hatás okát tehát más mechanizmusban kell keresni. Ez a jelenség a *kavitáció*. A kavitáció apró üregek, gömböcskék keletkezése és megszűnése folyadékokban. Külső tényezők (gyors áramlás, hirtelen nyomásváltozás vagy éppen ultrahang) hatására a folyadék részecskéi közötti összekötő erők felszakadnak, a részecskék között rövid időre vákuum (vagyis kis nyomású gőztér) keletkezik. Megkülönböztetnek *átmeneti* és *stabilis* buborékokat, üregeket. Az előbbieket élettartama csak egy hangfrekvencia nagyságrendű, míg az utóbbiak jóval hosszabb életűek, s közben nagyságuk periodikusan változik. Átmérőjük nagyságrendje 10^{-7} – 10^{-8} cm. A buborékok falán (a képződéskor, a növekedéskor és a megszűnéskor) igen nagy, több száz MPa nyomáskülönbség és ugyancsak nagy ($\sim 10^3$ K) hőmérséklet áll elő. Minden bizonnyal ezek a tényezők a felelősek az ultrahangok kémiai hatásaiért. A kavitációs üregek képződését a folyadékban oldott gázok nagymértékben elősegítik, mivel ezek az oldatok nem teljesen molekuladiszperzek. Ugyanilyen hatása van az igen apró szilárd szennyeződéseknek is, melyek ultraszűrővel eltávolíthatók (s ennek hatása így jól érzékelhető).

Az ultrahang által kiváltott kémiai jellegű hatásokat indokolt megkülönböztetni aszerint, hogy kémiailag specifikusak-e vagy sem. Utóbbi csoportba tartoznak olyan jelenségek, mint a diszpergálás, emulgeálás, szuszpenziók homogenizálása, oldódás gyorsítása, polimerek degradálása, ötvözetek homogenizálása és a legelterjedtebb alkalmazás, az ultrahangos tisztítás. Ez utóbbi ma már igen sok kémiai laboratóriumban alkalmazott módszer. A berendezés hasonlít egy nyitott termosztátra, azzal, hogy ennek aljában nem fűtőtestet (bár néha azt is), hanem az ultrahangforrást helyezik el. A tisztítandó edényeket, melyek felületére nehezen eltávolítható szennyeződések rakódtak, mosószeres folyadékfürdőbe (1–60 l) helyezik, és 20–50 kHz frekvencián kb. 1 W cm^{-2} energiasűrűséggel 1–20 percen át besugározzák. Az ultrahang fellazítja az edényfal és a szennyezés közötti lekötéseket, és így a detergens már ki tudja fejteni tisztító hatását. Ugyanilyen hatás révén lehet ultrahanggal zsírtalanítani, fémfelületeket, optikai tárgyakat tisztítani, sőt biológiai mintákat fertőtleníteni vagy sejtfalat szétroncsolni. A további alkalmazások közül említjük meg a tej tartósítását (a zsírcseppek diszpergálásával) vagy minőségi borok és más italok érlelésének gyorsítását (kevésbé ismert mechanizmus révén).

A kémiailag specifikus hatás konkrét reakciókban jelentkezik. Napjainkig több száz olyan vizsgálatot írtak le, amelyben egy-egy kémiai reakcióra az ultrahang hatást fejtett ki. Ez a hatás többnyire a reakció sebességének növekedésében jelentkezett, ami vagy rövidebb reakcióidőt, vagy jobb hatásfokot, vagy egy reakcióút felgyorsítását, továbbá az indukciós periódus rövidülését eredményezte, alacsonyabb reakcióhőmérsékletet tett lehetővé. Önkényes válogatásban sorolunk fel néhány példát.

Régóta ismert, hogy a Fe^{2+} ionokat az oldott oxigén ultrahang hatására lényegesebben gyorsabban oxidálja Fe^{3+} ionokká. A vörös színű difenil-pikrilhidrazil-gyök (DPPH) besugárzásra elszíntelenedik. Ezt a reakciót alkalmazzák kémiai ultrahang-doziméterekben. Az ultra-

hang kémiai hatásának egyik leggyakoribb alkalmazását a Grignard-reakciók körében találjuk: pl. butil-Mg-bromidot 2-3 óra helyett ultrahang-besugárzás mellett 3-4 perc alatt tudtak előállítani.

Brom-etánból és alumíniumból tetrahidro-furánban etil-alumínium-szeszkvi-bromid normál körülmények között nem képződik. Ultrahang segítségével 19 perc alatt teljessé vált a reakció. Jónéhány cink-, réz-, szilícium-, tellurtartalmú szerves vegyület előállítására is egyszerűbbé tehető szonokémiai úton. Fémkomplexek ligandum-szubsztitúciós átalakulásai közül a Fe-, Mo-, W-, Ru-, Rh-karbonil-komplexek reakcióit befolyásolták eredményesen ultrahanggal, pl. foszfin-komplexek előállítása érdekében.

A klasszikus szerves reakciók egész sorát lehetett gyorsítani ezzel a módszerrel. Reformatszki-j-szintéziseket, Barbier-reakciókat éppúgy segít a besugárzás, mint ahogy kiváltja és teljessé teszi a benzaldehid önmagában meg sem induló Cannizaro-reakcióját (diszproporcionálódását) vagy az amino-nitrilek Strecker-féle szintézisét. Addíció, cikloaddíció, hidrogénezés, dehalogénezés, hidrolízis, kondenzáció, szubsztitúció, oxidáció, hidroborálás, hidroszilizálás, fázis-transzfer katalízis található a szonokémiai összefoglalók címszavai között.

A műanyagkémiaiában a körülmények megfelelő alakításával ultrahanggal éppúgy lehet polimerizációt, mint degradációt kiváltani. Feltehetően mindkét esetben a kavitációt kísérő nagy hőmérséklet okoz kötésfelhasadást, s ez a monomer közegben gyököket termel, azok pedig polimerizációt váltanak ki, míg a hosszú molekuláknál a lánchasadás lesz a jellemző végeredmény.

Azt lehet mondani, hogy a szonokémiai folyamatokban a hangenergia elsősorban a reakciók aktiválási energiáját szolgáltatja, hiszen a legtöbb esetben a besugárzott reakció termodinamikailag kedvezményezett. Ismert néhány olyan jelenség, amikor a kémiai energia hangenergiává alakul át. Nem szigorúan véve, de jobbra ezt a jelenségcsoportot nevezik *akusztokémiának*. (Nem indokolt idesorolni a robbanást kísérő hangjelenséget, a detonációt, ahol a kémiai energia már csak áttételesen forrása a hang keletkezésének.) Régi, néha tankönyvekben is megemlített tapasztalat, hogy oxálsav vagy karbamid oldásakor recsegő hangot hallhatunk. Szakfolyóiratban közölték, hogy 1 mólos pirazin-, illetve cink-klorid-oldatok összeöntésekor a fehér csapadék kiválását ugyancsak recsegő hang kíséri. Megmérték a hangfrekvencia-spektrumát is. Ezek nagy valószínűséggel a kristályrács átalakulását kísérő jelenségek (amit annak törésekor elég általánosan észlelhetünk, pl. az ónzörej). Úgy tűnik e kémiai „hangforrások”-nak sem elméleti, sem gyakorlati jelentősége nincs s jelenleg megmaradnak pusztá érdekességnek.

Említsük meg röviden a *keresztvezető molekulásugarak módszerét*. Ebben paradox módon meglehetősen bonyolult berendezésekkel nagyon egyszerű viszonyok előállítására törekszenek. Nevezetesen egyszerű összetételű anyagokból (Na, K, Cl₂, NaCl stb.) nagy vákuumban *mono-energetikus* molekulásugarakat hoznak létre, és ezeket egymással keresztvezetve ütköztetik. Ezzel az elvvel a Boltzmann-eloszlás bonyodalmaait küszöbölik ki, és így próbálják tisztázni a rugalmatlan, a rugalmas és a reaktív (kémiai változást okozó) ütközések részleteit. A mérésekkel elsősorban az aktivált komplexről kívánnak minél több közvetlen információt szerezni.

Az ún. *lökéshullám-technika* alkalmazásakor igen rövid idő alatt igen nagy hőmérséklet-változást hoznak létre ($\Delta T \sim 10^4$ K) a gázfázisú reakcióterben, és az ennek hatására bekövetkező gyors kémiai változásokat vizsgálják. A módszer sajátossága, hogy a rendszerrel közölt energia csak a molekulák translációs energiáját növeli.

Ugyancsak gyors folyamatok kinetikájának vizsgálatára alkalmas a *nyomásugrás* módszere. Számos oldatreakció egyensúlyi állapotja függ a nyomástól. Következésképpen ha egy ilyen reakció egyensúlyi állapotát egy rövid idejű ($t < 1$ ms) nyomásváltozással ($\Delta p \sim 10$ MPa) megvál-

toztatjuk (ez a nyomásugrás), akkor mérhetjük, hogy a rendszer milyen kinetikai törvények szerint éri el az új egyensúlyi állapotot. Itt a változás kémiája ismert, célunk ennek kinetikai vizsgálata. Vitatható, hogy meg kell-e itt említeni a *forró atomok* kémiáját, azon belül pl. a Szilárd–Chalmers-effektust. Kétségtelen, hogy ezeket a nagy energiájú részecskéket a radioaktív bomlás szakítja ki a molekulából, és nagy energiájuk innen ered. De további hatásukban már energiájuk kinetikai jellege a meghatározó, s ezért a mechanikai energia kémiai hatásáról megrajzolt kép teljességéhez hozzátartoznak.

Az elektromos energia kémiai hatásai

Az elektromos és kémiai energia kapcsolatát közismerten az elektrokémia tárgyalja. Három nagy témaköre közül az elektrolit-egyensúlyokban nem következik be a kétféle energia átalakulása. Az *elektrolízis* során az elektromos energia alakul át kémiai energiává. A *galvánelemek* ben ennek fordítottja következik be. Az akkumulátorok jól példázzák az átalakulás reverzibilis jellegét. A $zFE = \Delta G$ összefüggés pedig megadja a két energiafőleség kvantitatív kapcsolatát.

A részletes tárgyalás helyett csak egy kérdést említünk: az elektrolízis mennyiben jelenti a folyamat termodinamikai energiájának biztosítását, és mennyiben tekinthető kinetikai aktiválásnak. Erdey-Grúz és Volmer mutatták ki, hogy a Tafel-egyenlettel leírt tapasztalat (az áram-sűrűség exponenciálisan nő a túlfeszültséggel) úgy értelmezhető, hogy az elektródpotenciál az elektródfolyamat sebességi állandójának kifejezésében az Arrhenius-féle aktiválási energiát csökkenti. Ennek alapján az előző összefüggésből könnyű kiszámolni, hogy 1 volt potenciálváltozás 9 nagyságrenddel módosítja az elektródfolyamat sebességi állandóját!

Reakciók elektromos ívekben

Elektrolízis oldatban vagy olvadékban valósítható meg. Közismert, hogy gáztérben elhelyezett szilárd elektródok között – kellően nagy feszültség hatására – kisülés következik be. Ennek fizikai jellege (állandó vagy szaggatott), kémiai következménye függ az elektródok távolságától (esetleg anyagától), a köztük lévő feszültségtől és a gáz minőségétől. A különböző kisülési körülmények között meglehetősen változatos jelenségeket tapasztaltak, köztük néhány esetben hasznosítható kémiai változásokat is. Általánosan ismert az ózon képződése ún. csendes elektromos kisülésekben. Tudománytörténeti jelentőségüvé váltak Miller kísérletei, amelyekben prebiotikus körülmények szimulálásával sok más vegyület képződése mellett vitálisan fontos aminosavakat állított elő.

Külön típust képviselnek a nagyfeszültségű, nagyáramú, folyamatos ívek. Norvégiában – ahol a század elején még olcsónak számított az elektromos energia – a levegő nitrogénjét oxidálták, vagy pl. metánból acetilént állítottak elő ún. Hüls-ívekben. Magukért beszélnek egy ilyen reakció jellemző körülményei: 1 m elektródtávolság, 7000 V feszültség, 1000 A áramerősség és 1750 °C. És igen intenzív hűtés, hogy a keletkezett vegyület termikusan szét ne essen. Elsősorban gazdaságossági okok miatt nem aktuálisak jelenleg az ilyen vizsgálatok.

Fotokémiai-sugárhatáskémiai reakciók

A fény kémiai hatása ugyancsak általánosan ismert. Jelentőségét igazolandó elég ha a fotoszintézist, vagy a látást vagy a fényképezést említjük. A bevezetőben mondottak szerint ezekkel

a fotokémiai reakciókkal részletesen most nem foglalkozunk. Emlékeztessünk mégis a fotokémia alaptörvényeire:

- csak az elnyelt fény hatásos (Grotthus–Draper);
- a hatás arányos az elnyelt fény intenzitásának és a besugárzás idejének szorzatával (Bunsen–Roscoe);
- egy foton csak egy primer fotokémiai változást idéz elő (Einstein–Stark).

A foton energiája biztosíthatja a reakció szabadenergia-igényét, de megnyithat új, kisebb aktiválási energiájú reakcióutakat, fotokatalízist idézhet elő. Ezekben nagy szerepe van a triplett állapotoknak (l. később), mert ezeknek átlagos élettartama ($\sim 10^{-4}$ s) lényegesen hosszabb, mint a szingulett állapotoké ($\sim 10^{-9}$ s), így „van idejük” megszűnésük előtt kémiai reakcióba lépni.

A kémiai kötés energiájával a látható (közeli UV) fény energiája összemérhető. Az ilyen fotonok hatása ezért rendszerint minding specifikus, így maga a fotokémiai aktiválás is általában szelektív, azaz meghatározott reaktánsra irányul.

Ennek „legélesebb” példáit a lézerekémiai aktiválás nyújtja. A hangolható festéklézerek birtokában ma már nagyobb molekulák tetszőlegesen kiválasztott kötéseit lehet vibrációsan gerjesztetni, és így igen szelektív reakcióra készíteni. A nagy fotonsűrűség a többfotonos gerjesztést is lehetővé teszi. Kétségtelen, hogy a lézerekémia jelenleg elsősorban a kémiai reakciók dinamikájának igazán mély megismerését segíti hatékonyan, de pl. izotópok lézerekémiai dúsítására, D_2O vagy ^{13}C -mal jelzett vegyületek előállítására már több mint száz szabadalmat jelentettek be. Szilánból és ammóniából Si_3N_4 -t 95 %-os hatásfokkal állítottak elő lézerekémiai módszerrel.

A sugárhatás-kémia a kémiai kötés energiájának nagyságrendekkel nagyobb elektromágneses sugárzások, a röntgen- és a gamma-sugárzás hatását vizsgálja. E hatások természetesen már nem specifikusak. Részletezés helyett elég, ha emlékeztetünk e sugárzások élettani hatására, de említhetjük pl. a sugárzásos iniciálás jelentőségét a polimerizációs folyamatokban.

A vázolt folyamattípusok közül csak a „klasszikus” fotokémia „inverz” jelenségét ismerjük. Ez a *kemilumineszcencia* az a jelenség, amikor a kémiai reakció során hideg fény emittálódik. (A hideg fény kifejezés az erősen exoterm reakciókban, pl. az égéskor magas hőmérsékletre melegített anyag által kibocsájtott meleg fény „ikertestvére”). Számos példája ismert: a fehér foszfor oxidációja levegőn, a luminol oxidációja lúgos oldatban, a hideg lángok ritkított gázokban ($Na+Cl_2$ típusú reakciók). A biolumineszcencia, pl. a szentjánosbogár „mécse” is ilyen reakciókon alapszik.

Magnetokémiai reakciók

Ez az a kölcsönhatás, amikor egyértelműen állítható (sőt csak ez állítható), hogy kémiai reakciókra a statikus mágneses tér csak kinetikai természetű hatást fejt ki: a megvalósítható legerősebb mágneses terek (100 Tesla alatt) sem elegendőek kimutatható termodinamikai változás elérésére. Az ok – röviden a mágneses tér energiasűrűsége meglehetősen alacsony érték. A magnetokémiai hatások pontos értelmezése bonyolult kvantumkémiai tárgyalást igényel, ezért csak egy egyszerűsített képet vázolunk.

Emlékeztetünk arra, hogy a kovalens kémiai kötést alkotó elektronpárban a két elektron spinje ellentétes, így az eredő spinmomentum (S) nulla. Ennek az állapotnak a multiplicitása $(2S+1)$ egységnyi, azaz szingulett. Ha az egyik elektront – pl. egy fotonnal gerjesztve – magasabb energianívóra juttatjuk, akkor a multiplicitás változatlanul 1. De ebből az állapotból – egy molekulán belüli átalakulás (angolul intersystem crossing) során – a gerjesztett elektron spinjé-

nek átfordulásával már egy másik állapot alakulhat ki, ahol $S=1$, tehát $2S+1=3$, azaz jellege már triplett. Azt is figyelembe kell venni, hogy gyökök akkor kombinálódnak molekulává, ha elektronjaik spinje ellentétes. És végül tudnunk kell, hogy az oldatban a molekulákat egy oldószerkalitka (angolul cage) veszi körül, ami rövid időre (nanoszekundum nagyságrendben) bizonyos stabilitást biztosít. Sami szempontunkból a legfontosabb: a külső mágneses tér képes megfordítani egy párosítatlan elektron spinjét. Ennek bekövetkezési valószínűsége, hatásfoka sok mindentől függ (kémiai minőség, oldószer, térerő, hőmérséklet stb.).

Kövessük nyomon a dibenzoil-peroxid ($\text{O}-\text{COO}-\text{OOC}-\text{O}$) fotolitikus bomlásának példáján a magnetokémia alapjelenségét. A molekulát egy foton gerjeszti, és kiszakad belőle egy CO_2 . A kalitkában marad egy szingulett gyökpár: a fenil- és a benzoilgyök. A kalitka összetartó hatása hozzájárul ahhoz, hogy jelentős részükből rekombinációval az ún. kalitkatermék (cage product), jelen esetben fenil-benzoát képződjön, (hiszen elektronjaik spinje eleve ellentétes). A kalitkából kiszabaduló gyökök már más kombinációban is reagálhatnak, és így két benzoilgyökből ismét dibenzoil-peroxid, két fenilgyökből difenil-molekula képződik, aszerint, hogy melyik milyen ellentétes spinű gyökkel találkozik. E termékek angol neve „escape product”, amit talán „szabad termék”-nek fordíthatnánk. Mi történik mágneses tér hatására? Mint említettük, a statikus tér a spinek bizonyos hányadát megfordítja. Ha a kalitkában lévő szingulett gyökpár egyikének elektronspinje átfordul, már nem fognak fenil-benzoátot képezni, hanem a dinamikusan felbomló kalitkából kiszabadulnak, és a „szabad termék”-ek mennyiségét növelik. A mágneses tér makroszkopikusan érzékelhető hatása: a különböző termékek aránya megváltozik. A magnetokémiai hatás eredményeként tehát nem gyorsul a reakció, és a rendszer nem vesz fel termodinamikailag számottevő energiát.

Összességében sem sok (talán néhány tíz) reakcióban mutatták ki egyértelműen és kvantitatíven a mágneses tér hatását. (A vizsgálatokban néhány I nagyságú erőteret alkalmaznak.) Említsünk még két-három példát. Fluórozott benzil-klorid és n-butil-lítium termikus reakciójában fenil-pentán a kalitkatermék, és difenil-etán a jellegzetes „szabad termék”. Arányuk $4,7 \pm 0,3$ -ról $5,6 \pm 0,5$ -re változott $1,5\text{ T}$ tér hatására. Valamelyes nagyobb hatást találtak $4,0 \pm 0,3$ -ról $6,1 \pm 0,5$ -re nőtt a kalitka: szabad termék arány – a pentafluor-benzilklorid bomlásakor ($2,5\text{ T}$, 70°C , oldószer: ciklohexán). Magnetokémiai effektust találtak stilbének fotolitikus *cis-zansz* izomerizációjában (így annak gyökös mechanizmusa is kiderült). Kimutatták a mágneses tér hatását pl. a gyökös polimerizációra, a kemilumineszcenciára (gázfázisban is). A magnetokémia eredményei hozzájárulnak az elemi történések finom részleteinek jobb megértéséhez, de gyakorlati jelentőségük még nincs. Meglehetősen gyakran olvashatunk mágneses vízkezelési eljárásokról, szabadalmakról, melyek a vízkőképződést állítólag megakadályozzák, vagy legalábbis csökkentik. Egy ilyen hatás ellentmond tudományos ismereteinknek. Nem is mutatta ki eddig semmiféle objektív tudományos vizsgálat. Annál egyértelműbben felfedezhető az anyagi érdekltség minden „pozitív” eredményt felmutató közlésben. „Lelkes” mágneses vízkezelők még a desztillált víz spektrumán is mutattak ki hatást a látható tartományban, csak arról felejtkeztek meg, hogy a színtelen anyagok $400\text{--}700\text{ nm}$ között nem abszorbeálnak.

A magnetokémiai jelenségek „fordítottja” nem ismeretes, azaz kémiai reakciókban mágneses energia nem keletkezik. Azt azért említsük meg, hogy az NMR és ESR spektroszkópiák kémiai alkalmazása azon alapszik, hogy a kémiai környezet a mag-, illetve az elektronspin állapotát befolyásolja.

Boldyrev, V. V.; J.chim. phys., 1986, 83, 821–829.

Mechanical activation of solids and its application to technology.

Boldyrev, V. V.; Zeitschrift für Chemie, 1979, 19, 353–362.

Reaktionsursachen in den Tribochemie.

Juhász, Z.; Kém. Közl., 1969, 31, 227–266.

Szilikátásványok mechanokémiai aktiválása.

Lorimer, J. P.; Mason, T.J., Chem. Soc. Rev., 1987, 16, 239–311.

Sonochemistry, Parts 1 and 2.

Margulis, M. A.; Zs.Fiz.Him., 1976, 50, 1–18.

Modern elképzelések a hangkémiai reakciók természetéről (oroszul).

Goodall, D. M.; Cureton, C. G., Chem. in Britain, 1983, 493–501.

Vibrational photochemistry with lasers.

McLauchlan, K. A.; Sci.Prog., Oxf., 1981, 67, 509–529.

The effect of magnetic fields on chemical reactions.

DR. BALOGH MÁRTON

kandidátus,

tudományos főmunkatárs, OPI

Kémia és környezetvédelem

(A környezetvédelmi nevelés lehetőségei a kémiaórákon)

Napjainkban a kémia tudománya és gyakorlata életünk minden területét átszövi. A kémia eredményei nélkül nem beszélhetnénk modern iparról, mezőgazdaságról, közlekedésről, urbanizációról stb.; és – nem utolsó sorban – gyógyításról sem. A kémiai technológiák felhasználása – a kívánt cél elérése mellett – sok nem kívánt eredménnyel is jár. Egyrészt a végtermékek előállítása mellett igen sok, gazdaságosan nem megsemmisíthető, tovább nem feldolgozható melléktermék is keletkezik; amelyek a bioszférába kerülve igen súlyos károkat okoznak. Másrészt a végtermékeknek is sok nem kívánt hatása van az elérni kívánt hatások mellett.

Mivel a nem bomló és az életre veszélyes anyagok a tápláléklánc mentén feldúsulnak; és a táplálékhálózat útján az egész bioszférát elszennyezhetik – pl. a DDT – a kémia veszélyei nagyobbak, mint az életközösségek letarolása (pl. az erdőirtás) vagy hulladékanyagokkal való elborítása (meddőhányók, stb.).

Persze e gondok okozója nem maga a kémia, hanem az ember, aki kézben tartja a kémia tudományát; és tehet vele jót vagy rosszat, felelősen vagy felelőtlenül. Sőt, a bioszférát ért kémiai károsodások olyan jellegűek és mértékűek, hogy azokon a kémia nélkül már nem is lehet segíteni. Ezért a kémia művelésekor – és tanításakor – feltétlenül oda kell figyelni – és rá kell mutatni – azokra a kémiai folyamatokra, jellegzetességekre, amelyek a bioszférában vagy közvetlenül az emberek egészségében károsodásokat okoznak/okozhatnak.

Az így művelt és oktatott kémia egy bioszférabarát tudomány lesz; és segít megvédeni környezetünket az eddigi kémiai jellegű károktól.

A következőkben a tananyagok hagyományos sorrendjében szólnunk az egyes kémiai jelenségekkel, törvényszerűségeikkel kapcsolatos környezetvédelmi problémákról, ökológiai jelenségekről.

Izotópok

A téma tárgyalásakor foglalkozni kell a radioaktív izotópoknak az egészségre gyakorolt hatásával (sugárbetegség, leukémia, rák...); a reaktorbalesetek veszélyeiről, megtörtént reaktorbalesetekkel (Csernobil!), a radioaktív hulladékok tárolásának gondjaival, az izotóptemetők problémáival stb.

Elfogadva, hogy a fejlődés jelenlegi szakaszában szükség lehet az atomenergiára, rá kell mutatni a felhasználás veszélyeire/lehet biztonságos a technológia, de emberek kezében van; és az ember hibázhat, tévedhet.../. Ezt a technológiát csak nagyon felkészült, felelősségteljes emberekre bízhatjuk, és szükség van a nemzetközi ellenőrzésre is. (Ez a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség feladata az egész világon.)

(Hosszú távon az emberiségnek tiszta, környezetbarát energiahordozó felhasználására kell törekedni; napfény, szél, magfúzió...)

Oldatok

A téma tárgyalásakor ki kell fejteni, hogy a természetben található összes víz: oldat; és hogy annak igen nagy a jelentősége a vizek életében. Az édesvizek igen híg oldatok, míg a tengervíz 33 ‰ körüli sóoldat, amelyben a konyhasó (NaCl) az uralkodó. A természetes vizek eltérő töménységének a következményei: az édesvizek és a tengerek élővilágának különbözősége.

pH

A fogalom magyarázatokor szólni kellene a savanyú (lápi), az édes és a szikes (sós, lúgos) vizek élővilágának különbözőségéről; a savas esőkről; a másodlagos szikesedésről; a savak és lúgok talaj- és vízszennyező hatásáról; az életfolyamatok pH-függéséről.

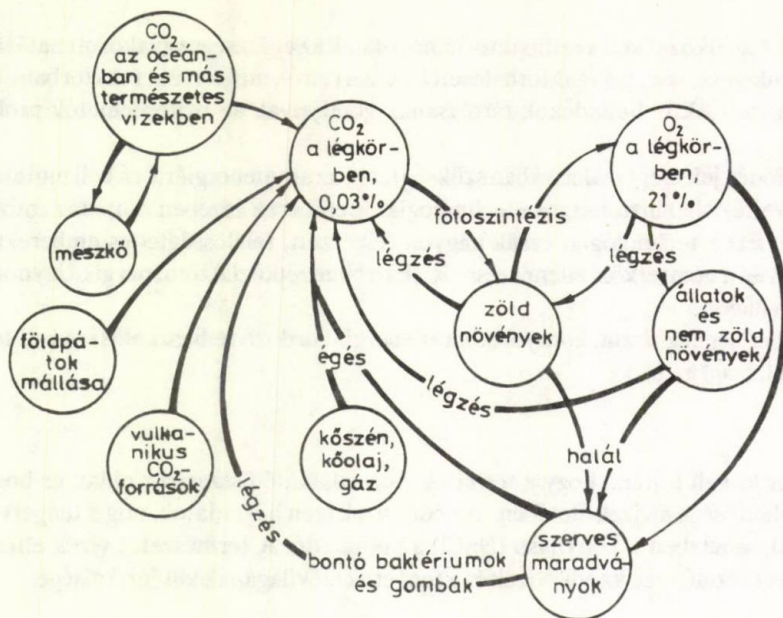
Redoxirendszerek

A fogalom tárgyalásakor érdemes elmondani, hogy a talajok humusztartalma (huminsavkészlete) is egy redoxirendszer. A mezősegi és erdőtalajok oxidáló, a láptalajok redukáló, e közegekhez alkalmazkodott élővilággal. Belvíz idején a szántó föld növényzete „befullad” a levegőtől elzárt, redukttá vált talajba; a lápok lecsapolásakor pedig a kiszáradt tőzegrétegek oxidálódnak, a láp élővilága elpusztul, évezredek alatt keletkezett, sokszor több méter vastag, értékes tőzeglágyon pusztul így el évek alatt.

Galvánelemek, akkumulátorok

Itt szólni kell a kidobott akkumulátorok ólom- vagy más nehézfémion-tartalmáról; annak mérgező hatásáról; a táplálékba való beépülésének súlyos következményeiről.

A szervetlen kémiában igen fontos lenne az életfontosságú elemek és vegyületeik biológiai jelentőségének a tárgyalása. Itt röviden utalni kell arra, hogy míg a bioszférában egyrészt megfigyelhetünk egy végtelenül bonyolult önszabályozó működést, amely több millió élőlényfaj végtelenül bonyolult kölcsönhatásrendszere; megfigyelhetünk egy végtelenül egyszerűnek tűnő fizikai-kémiai működést is. Ez nem más, mint az életfontosságú elemek és egyes nyomelemek körforgása a Föld felszínén – a bioszférában –, és annak mozgatója a napfény átáramló energiája e rendszerben. Fontos lenne egy-egy ábrán bemutatni az életfontosságú elemek biogéokémiai ciklusait.



1. ábra. A szén és az oxigén biogeokémiai ciklusa

Oxigén

Feltétlenül tárgyalni kell jelentőségét a földi életben. (Biogeokémiai ciklusa az 1. ábrán látható.) Az ózonnal kapcsolatban szólni kell a Föld – UV-sugárzás által létrejött, UV-sugárzás ellen – védőózonpajzsáról. Ugyancsak el kell mondani, hogy azt veszélyezteti a freon nevű anyag, amit majd a szerves kémiában fogunk tanulni; és amely már a déli féltekén ki is lyukasztotta az ózonpajzsot.

Pár szóban tájékoztatni kell a tanulókat az UV-sugárzás élettani hatásáról, veszélyeiről; felhasználási lehetőségeiről a vizek csíráztatásában stb.

A víz szerkezetének a tárgyalásakor utalni kell arra is, hogy a víz ebből adódó térfogatsúly-anomáliája miként teszi lehetővé a folyamatos életet a vizekben! (Ha a víz „normálisan” viselkedne, fenékgig befagynának a vizek...)

Kén

Tárgyalásakor szólni kell jelentőségéről az élő anyagban. (Kéntartalmú aminosavak!)

A kéndioxidral kapcsolatban meg kell említeni a savas esők problémáját (visszautalva a pH-nál tanultakra!). Ezt a jelenséget először Skandináviában és Kanadában tapasztalták; ma már hazánkat is keményen sújtja.

A kőszénben, kőolajban elég sok a kén. (Biogén eredetűek.) A levegő kén-dioxid-tartalma a párával kénessavat képez; majd ez kénsavvá oxidálódik. Először az északi tavak váltak élettelennek, majd megkezdődött északon az erdőpusztulás; ma már hazánkban is félelmetes mértékű lett a tölgyerdők pusztulása. Talajaink több mint egy pH-val savanyodtak pár év alatt.

Szólni kell a kénsavgyártás környezetvédelmi problémáiról is (kezdve a kén, illetve a pirit bányászatánál, szállításánál...). E gondok jelentősen csökkennének, ha az erőművek, kisebb-na-

gyobb tüzelőberendezések füstgázaiból leválasztanak és kénsavgyártásra használnák a kén-dioxidot. Ez látszólag nem lenne gazdaságos. De nem kellene ként, illetve piritet bányászni, szállítani, égetni-pörkölni; és végül is a kénsavgyártás nem környezetszennyező, hanem környezetvédő technológiai eljárás lenne; megvédené a bioszférát a pusztító savas esőktől. Ez pedig – már a mai eszünkkel is! – nagyon gazdaságos lenne... mert a földi élet folytatását tenné lehetővé!

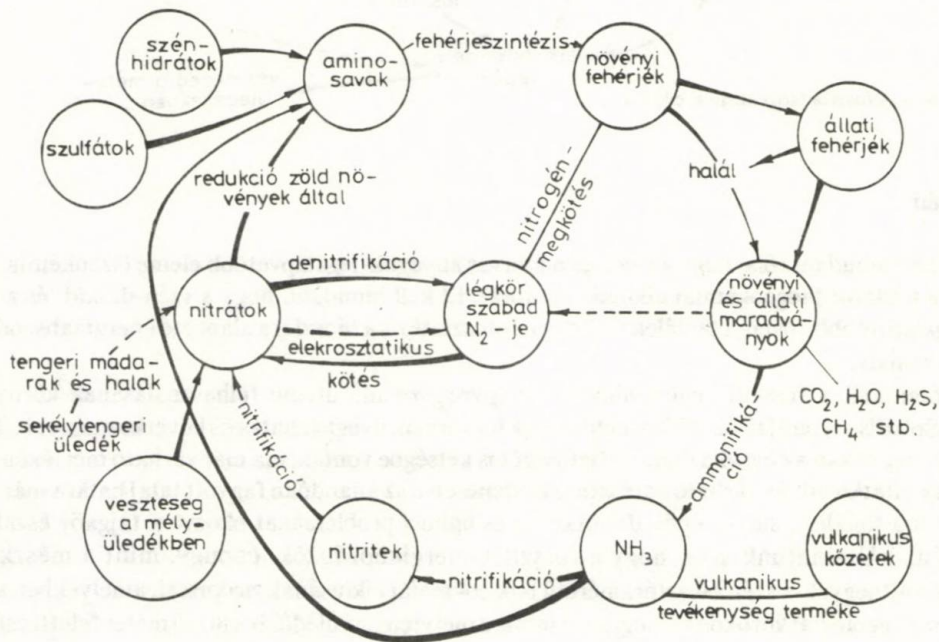
Nitrogén

Tárgyalásakor rá kell mutatni szerepére a földi életben (a fehérjék alapvető alkotóeleme). Be kell mutatni biogeokémiai ciklusát. (2. ábra). Szólni kell arról, hogy a vizek növekvő nitráttartalma tápanyag-túlterhelést jelent (algásodás, hínárodás–eutrofizáció).

Szólni kell a talajvizek elnitrátosodásáról és a mezőgazdaság kemizációjáról, a mértéktelen műtrágyázásról; továbbá a csatornázás hiányáról, a kommunális szennyvizek szerepéről e folyamatban. El kell mondani, hogy több mint ezer községünkben egyetlen kút vize sem alkalmas ivásra – e községeket zacskós vízzel kell ellátni –, rá kell mutatni a nitrátos víz fogyasztásának veszélyeire (közvetlen toxikus hatás, rákkeltés...).

Meg kell említeni, hogy a mértéktelenül műtrágyázott és nitrátos vízzel öntözött termények nitráttartalma is veszélyes lehet az egészségre.

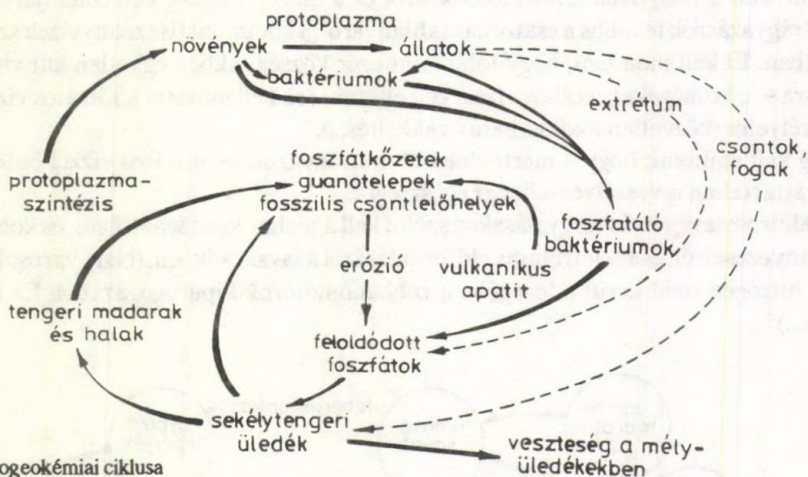
A salétromsavgyártás tárgyalásakor szólni kell a technológia lehetséges és konkrét környezet-szennyezéseiről; és a salétromsav előfordulásáról a savas esőkben. (Nagyvárosok környékén igen sok nitrogén-oxid kerül a levegőbe a robbanómotorok kipufogógázából. Ez is okozhat savas esőt...)



2. ábra. A nitrogén biogeokémiai ciklusa

Ugyancsak el kell mondani alapvető szerepét az élő anyagokban; és ismertetni kell biogeokémiai ciklusát (3. ábra). Szólni kell arról is, hogy a vizek foszfáttartalmának emelkedése – a nitrátosodás mellett – az eutrofizáció másik fő oka. Érdekes arra is utalni, hogy különösen vigyázni kellene vizeinkre, mert máris a világ vizeinek a legnagyobb betegsége az eutrofizáció; pedig a nitrát és a foszfát eltávolítására nincs nagyüzemi méretekben alkalmas és gazdaságos kémiai technológia...

A foszfátműtrágyákkal kapcsolatban is meg kell említeni, hogy ezek nem olyan ártalmatlanok, mint sok mezőgazdász mondja. Az ugyan igaz, hogy a foszfor erősen kötődik a talajkolloidokhoz, és ezért évente csak pár cm-t vándorol a talajban..., de a helytelen talajművelés miatt az erózió sok helyen igen nagy mértékű; és a talaj bemosódik az élővizekbe nitráttal, foszfáttal, káliummal, és növényvédő szerekkel; súlyos eutrofizációt és toxicitást okozva.



3. ábra. A foszfor biogeokémiai ciklusa

Szén

El kell mondani róla, hogy az élet és a szerves anyagok legalapvetőbb eleme (szénkémia...). Be kell mutatni biogeokémiai ciklusát (1. ábra). El kell mondani, hogy a szén-dioxid és a víz a legalapvetőbb növényi táplálék; és hogy a fotoszintézis a bioszféra alapvető energiaabszorbeáló folyamata.

Szólni kell a fosszilis energiahordozók egyre gyorsuló ütemű felhasználásának környezeti – globális – gondjairól. (CO₂-feldúsulás a légkörben; üvegházhatás és következményei... Nemrég még sokan az üvegházhatás lehetőségét is kétségbe vonták; ma már várható mértékén lehet csak vitatkozni; és várható hatásain. Mindenesetre az állandóan fagyott talaj határa már északra tolódott; súlyos épületfenntartási és építési problémákat okozva a tajgaöv északi részén...) Utalhatunk arra, hogy a fosszilis energiahordozók éppúgy, mint a mészkő- és dolomithegyek a szén bioszféraméretű biogeokémiai ciklusának zsákutcái, amelyekben a szén hosszú geológiai korokon át megpihen (amíg a mélytengeri üledékből 8000 méter feletti csúcsok lesznek; itt utalhatunk a földrajzi tanulmányokra).

Ólom

Az ólomvegyületek kapcsán beszélni kell az ólom mérgező hatásáról, és feldúsulásáról a táplálékláncban. Elmondhatjuk, hogy mennyi ólom jut a modern ember szervezetébe a vízvezetékéből, benzinből stb. hogy a mi hajunkban két nagyságrenddel több az ólom, mint az egyiptomi múmiákéban (pedig abból az ólom nem fogyhatott el, legfeljebb a szerves anyag bomolhatott, és dúsulhatott azok ólomtartalma...). Érdemes visszautalni az általános kémiában az akkumulátorokról tanultakra; sőt, a 6. osztályos biológiában az élelemlánc anyagpiramisára.

Szólni kell az utak mentének élővilágáról; annak ólomfeldúsulásáról; az itt élőragadozó madarak veszélyeztetettségéről; az ólommentes benzinek környezetvédelmi jelentőségéről!

Bór

El kell mondani, hogy a bór egy, az életfolyamatokban nélkülözhetetlen mikroelem; hiánya súlyos betegségeket okozhat.

Alumínium

Az alumíniummal kapcsolatban először is az alumíniumgyártás sokrétű, szerteágazó környezeti problémáiról kell beszélni. Kezdve a bauxit felszíni művelésénél – holdbéli sebek a tájban ... – folytatva a mélyműveléssel –, a kartsztvízszint lesüllyedésével, vízellátási gondokkal, tavak, források eltűnésével stb. a timföldgyártás szennyező hatásával; a timföldgyári vörösiszap elhelyezési gondjaival; bejefe az elektrolízis okozta környezetszennyezéssel; és azzal, hogy ez egy igen nagy energiaigényű eljárás, amelynek igen nagy az energiatermeléssel kapcsolatos, járulékos környezetszennyezése is.

Megemlíthetjük még, hogy az alumíniumedények nagymérvű elterjedése után felmerült egy gyanú: a túl sok alumínium felhalmozódása a szervezetben kiválthat egy elbutulási folyamatot, amely életkorban a szenilitást jóval előbbre hozza...

Kalcium

Szerepe az életfolyamatokban; a puhatestűek és a gerincesek szilárdító szöveteiben; egysejtű lények vázában... Visszautalás a biogeokémiai ciklusának zsákutcájára; a mészkő- és dolomit-hegyekre...

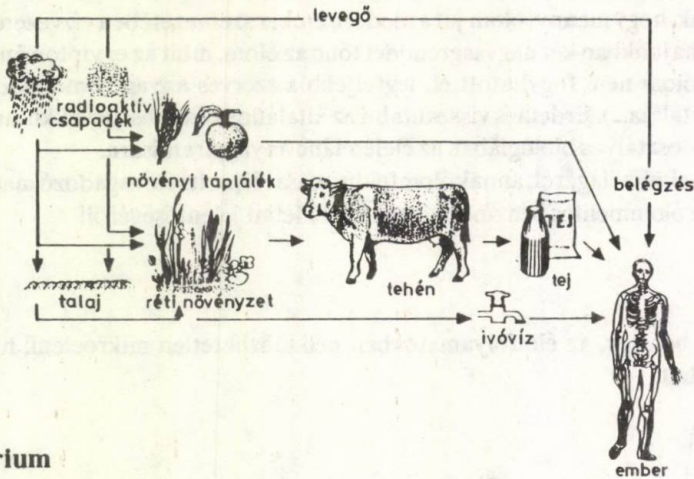
Magnézium

Szerepek az életfolyamatokban; különösen a fotoszintézisben (a klorofill perfirinvázának közép pontjában egy Mg áll). Megemlíthetjük – bár főleg a földrajz feladata –, hogy a dolomit kémiailag sokkal ellenállóbb, fizikailag sokkal málékonyabb, mint a mészkő; így a dolomithegyek meredek, vad formáikkal sokkal markánsabbak, mint a mészkőhegyek.

Stroncium

Hosszú felezési idejű, igen veszélyes izotóp. A csontokba könnyen beépül a Ca^{2+} -ion helyére, és sugárzásával elpusztítja a vérképző vörös csontvelőt. A táplálékláncban feldúsul (4. ábra).

4. ábra. A ^{90}Sr beépülése az ember szervezetébe atáplálékláncon, illetve a légzésen keresztül



Nátrium

Szólni kell szerepéről az életfolyamatokban. Igen fontos megfelelő mennyisége a vérben; különben a vérnyomásunk túl magas, vagy túl alacsony lesz... Visszautalhatunk az oldatokra; a tengerek, édesvizek, tala jok sótartalmára; a szikesedésre stb.

Kálium

Szerepe az életfolyamatokban. A megfelelő kálium/nátrium arány fontossága a szervezetben. A kálium mint alapvető növényi táplálék (mint ilyen, az eutrofizáció fő oka a nitrát és a foszfát mellett...). Jelentősége a magas vérnyomás kezelésében (kálió fogyasztása konyhasó helyett!).

Krómcsoport, mangáncsoport, vascssoport, titán, vanádium

A nyomelemek jelentősége a növényi és állati táplálkozásban. Szólni kell a leghatásosabb, és a már mérgező dózis közelségéről! (Nehézfémmergezés: a fehérjék kicsapása...).

Külön szólni kell a vas- és acélgártás szerteágazó környezetvédelmi gondjairól; a bányászattól az ércdúsításon át a kohósítás folyamán bekövetkező környezetszennyezésekről; de a kohászati segédanyagok (mész, dolomit) bányászatának problémáiról is! (Ezekből a legtisztább anyagokra van szükség; és a megfelelő hegyeink páratlan természeti értékeket is hordoznak. Így szólhatunk az Esztramos hegy páratlan értékű cseppkőbarlangjainak az – illegális, de leállíthatatlan! – letermeléséről; a Szársomlyó bányászatáról stb.)

Cinkcsoport

A cinkről el kell mondanunk, hogy kis mennyiségben nyomelem; az élethez nélkülözhetetlen; nagy mennyiségben gombairtó szer.

A higany igen veszedelmes mérge. A mezőgazdaságban sóinak oldatát a vetőmagok csávázására használják; ha ilyen magvak fogyasztásra vagy takarmányozásra kerülnek, a tragédia elkerülhe-

tetlen. Különféle vegyipari eljárásokban a higanyt katódként, katalizátorként stb. használják, így kijutása az üzemből az élő környezetbe szinte elkerülhetetlen. Sok tragédiát ismer a világ e témakörből... Leghírhedtebb a japán Minamata város esete. Itt egy műtrágyagyárban használták a higanyt, katalizátorként; és a gyár közelében levő tengeröbölbe került a gyár szennyvizével. Az öböl partján levő halászfalu lakossága megbetegedett, megtizedelődött a higanymérgezés következtében. (Amit azóta a világban Minamata-kórnak hívnak.)

A kadmium is egy igen erősen mérgező nehézfém. Az iparban bevonatok készítésére és az akkumulátorgyártásban használják. Nem kis szerepe volt egykor a Rajna holt folyóvá válásában.

Szénhidrogének

A környezetvédelem szempontjából nem az egyes vegyületek, vegyületcsoportok az érdekesek, hanem általában az ásványolaj; és az ásványolaj-származékok. Tanításukkor el kell mondanunk, hogy egy-egy liter ásványolaj nagy talajfelületet szennyez el; bejutva a talajvízbe még nagyobb területet fertőz; az élővizekbe jutva pedig sokezer liter vizet tesz használhatatlanná minden célra; pusztítja a vízi életet. (A legnagyobb kárt azzal okozza, hogy szinte egy molekulavastagságú filmet képez a víz színén, így elzárja a vízi életet az oxigéntől; és egyes frakciók igen korlátozottan a vízben oldódva mérgezik a vízi életet.) Ezért okozhat nagy területeken károkat egészen kevés olaj; és ezért nagy bűn a talajra kiönteni a motorokból a fáradt olajat; vagy gépkocsit mosni patakokban; folyók, tavak partján! (Ugye, de sok ilyen esetet láttunk... Netán magunk is elkövetünk?)

A szénhidrogén-bányászat időnként – katasztrófhelyzetekben – hatalmas mennyiségű olajjal szennyezi a talajt, vagy a tengereket; de a „normál” működés során sem csekély az a környezet-szennyezés, amit okoz. Emellett a tengerek legnagyobb, legpusztítóbb károkozói a tankhajó-katasztrófák. Egy-egy ilyen katasztrófa nemcsak sok km²-nyi vízfelületet zár el az oxigén elől, de közvetlenül is súlyosan károsít sok tengeri élőlényt; főleg a madarakat. Egy-egy ilyen katasztrófa után vízi madarak tömegei pusztulnak el az ún. olajpestistől. Ennek az a lényege, hogy az olajjal átitatott tollak megszűnnek vízállóknak és hőszigetelőnek lenni; az állatok röpképtelenné válnak, és kihűlnek...

A robbanómotorokban elégetett kőolajszármazékokból többek között el nem égett tüzelőanyag, benzpirén, szén-monoxid és nitrogén-oxidok jutnak a levegőbe. Ezek önmagukban is mérgezők. De súlyos bajok további láncolatát indítják el! A nitrogén-oxidnak is van némi szerepe a savas esők keletkezésében. Száraz, meleg klímákon a sok napfény hatására viszonylag sok ózon jön létre a levegő oxigéntartalmából. Ez a kipufogógázokkal reagálva hozza létre az ún. fotokémiai szmogot; amely alapvetően más, mint a csapadékos klímákon kialakult szmog (a füstköd). A rosszul beállított olajtüzelések – karöltve a széntüzeléssel – az igazi szmog kialakításában is szerepet játszhatnak...

E kérdésekkel kapcsolatban feltétlenül utalni kell hazánk gépkocsiállományának; háztartási és ipari fűtési rendszereinek műszaki állapotára, korszerűségére, mert ezek igen súlyos gazdasági, energetikai, nyersanyag-takarékossági és környezetvédelmi kérdések...

Halogénezett szénhidrogének

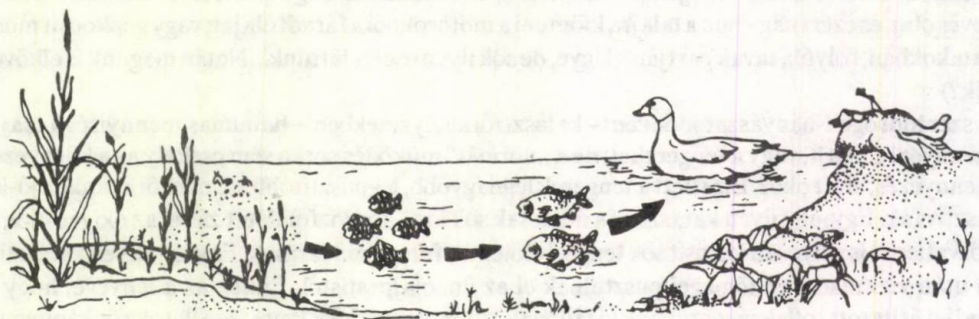
Közöttük sok súlyosan mérgező anyag található; egyeseket – mint a DDT, aldrin, dieldrin stb. – növényvédő szereknek használnak. Ezek igen nehezen és lassan bomló szerek. Bomlástermékeik is lassan, nehezen és gyakran több lépésben bomlanak. Így az élelemláncokban éppúgy felhalmo-

zódhatnak, mint a nehézfémionok. E szerek közül az első, a leggyakrabban használt, a leghíresebb-leghírhedtebb a DDT. Ezt az anyagot a magasabbrendű állatokra sokáig ártalmatlannak gondolták; de az idők folyamán kiderült, hogy egyrészt mérgező, másrészt – hosszú ideig kis dózisokban – rákot is okoz.

A DDT mára az egész bioszféra táplálékhálózatába beépült. Éppúgy megtalálható az északi sarki jegesmedvék, mint a déli sarki pingvinek zsírszövetében (pedig e tájaknak még a közelében sem permeteztek DDT-vel..).

A DDT-nek a táplálékláncban való feldúsulására a legismertebb, leggyakrabban idézett példa az amerikai Clear Lake (Tiszta-tó) esete (5. ábra). Itt a horgászok „érdekében” permeteztek DDT-vel a szúnyogok ellen. A vízben a permetezés után mindössze 0,02 ppm (milliomodrész) DDT volt mérhető, de ez is hamar eltűnt. Ám a planktonszervezetekben (mikroszkopikus méretű növények és állatok) ekkor 5 ppm DDT-t mértek...

Később DDT-mentesek voltak a planktonszervezetek is, de a planktonszervezeteket és a valamivel nagyobb állatkákat fogyasztó halak szervezetében már 40–300 ppm-nyi DDT volt. Végül a vízi állatok közül már csak a nagyragadozó halakban volt mérhető mennyiségű DDT... de bennük már 2500 ppm! Ezután a tó partjáról kipusztultak a hálévő madarak. És nincs okunk-jogunk feltételezni, hogy ahol nem történtek ilyen vizsgálatok, ott a DDT nem is viselkedik így...



5. ábra A DDT beépülése a vízi táplálékláncba a Clear Lake-on

Hazai állatkísérletek bizonyítják a DDT rákkeltő hatását. Hat generáción át DDT-tartalmú diétával táplált egerek hatodik nemzedékében májkárosodásokat, daganatokat, leukémiát találtak... (a hatvanas években). És (ugyancsak a hatvanas években) 50 hazai emberi zsírmintában 5,1–10 ppm volt a DDT-tartalom, míg a rákossá tett egerekében 7–11 ppm. Ez meglehetősen egybeesése az adatoknak...

Arra büszkéek lehetünk, hogy a DDT hatásának kutatásában az élen jártunk; és hogy hazánkban elsőként tiltották be a világon a DDT-t. Ez minden bizonnyal jelentősen csökkentette a katasztrófák számát.

Ennek egyetlen szépséghibája, hogy az importált déli gyümölcsökben ma is megkaphatjuk a magunk DDT-, aldrin- stb. -adagját...

A halogénezett szénhidrogének sorában nem feledkezhetünk meg a freonról sem! Róla nem elég annyit mondanunk, hogy egyáltalán nem mérgező; ezért alkalmas spray-vivőgázának. Ugyanis az életre tényleg nem mérgező (mai ismereteink szerint! hiszen sokáig a DDT-t sem tartottuk mérgezőnek...), de intenzíven bontja az ózont. És a déli félteke fölött néha már hatalmas lyuk tátong az ózonpajzson (mérete szezonálisan változik). Márpedig az ózonpajzs igen fontos az

életünk szempontjából! Amennyire alapfeltétele életünknek a rajta átszűrődő UV-sugárzás (hiányában nem fejlődhetnének normálisan a csontjaink; angolkór!), annyira gyilkos lenne számunkra az ellenőrizetlenül a földfelszínre özönlő UV-vihar... (bőrrák, vagy súlyosabb esetben égési sérülések miatti gyors elhalálozást okozhatna...)

Így azt is el kellene mondanunk tanítványainknak, hogy vannak más lehetséges, illetve a gyakorlatban már létező vívógázok, amelyeknek káros hatását máig nem ismerjük; de a legjobb lenne a mechanikus pumpával felszerelt flakon, amely a kívánt anyagon kívül csak levegőt juttat a levegőbe. És igenis diszkriminatív intézkedéseket kellene hozni a freonos spray-k ellen!

Észterek

A foszforsavészterek kapcsán a nukleinsavak mellett szólni kellene a növényvédő szerekként alkalmazott foszforsavészterekről is! Ezek előnye az igen gyors lebomlás; és hogy bomlástermékeik nem mérgek, hanem műtrágyaként hatnak... Ugyanitt szólni kell a mosószerekről is (alkil-aril-szulfátok, -foszfátok stb.) Ezek az ún. detergensok – felületaktív anyagok – könnyűvé teszik a háziasszony és nehézzé vagy lehetetlenné a vizek életét. Megszüntetik a víz felületi hártóját már egészen kis mennyiségben; így megszűnik az azon felül szaladgáló; és az abba alulról kapaszkodó lények élettere... Kissé nagyobb dózistól már pusztul a planktonlények sokasága; majd az egyre nagyobb testű állatok is... És a foszfátalapú detergensok még a felszíni vizek eutrofizációját is súlyosan fokozzák...

A gliceridek – növényi és állati zsírok és olajok – is szennyezhetik a vizet. Hatásuk egyrészt az ásványolajokéhoz hasonló is lehet; másrészt rothadástermékeik, és az őket bontó baktériumok termelte mérgező anyagok is szennyezik a vizeket. Így például a gyapjúipar a gyapjából kimosott lanolinnal (gyapjúszírral) szennyezi gyakran súlyosan a befogadó vizeket. És, hogy a környezetvédelem nem csak anyagi kérdés; illetve nem úgy, ahogy mondogatjuk – hogy drága, és nincs rá pénz –, arra is rávilágíthatunk egy apró információval: kozmetikai iparunk igen sok lanolint vásárol nyugatról, kemény valutáért... Miközben csak mi tartjuk drágának a környezetvédelmet, csak mi engedhetjük meg magunknak, hogy olyan drága anyagokat hagyjunk veszendőbe menni – és kárt okozni –, amelyekért egy gyárral odébb kemény összegeket fizetünk, idegeneknek...

Műanyagok

A természetes és mesterséges alapú műanyagokra általában egyaránt igaz, hogy természetidegen anyagok; a bioszféra élővilága nem képes lebontani őket. Tudományos szenzáció, ha a megszámlálhatatlanul sokezernyi műanyag közül egyről-egyről kiderül, hogy meg tudja enni egy lepke hernyója, vagy el tudja bontani egy baktérium. És tudományos-technikai szenzáció, ha egy műanyag úgy van kidolgozva, hogy az egy idő után magától lebomoljon, és hogy bomlástermékei vízdoldhatók legyenek; és baktériumtáplálékként hasznosuljanak. Ilyen viszonyok közepette a bioszféra egyre nagyobb területeit borítják el a műanyag hulladékok. Kezelésük igen kényes, mert a halogénezett műanyagok égéstermékei halogén-gázok vagy -savak; más műanyagok égéstermékei mérgező anyagok lehetnek; így igen fontos környezetvédelmi feladat lenne a műanyagok összegyűjtése; újrafeldolgozása vagy szakszerű ártalmatlanítása; és aműanyagiparnak fontos feladata lenne miné többféle lebomlásra képes, környezetbarát műanyagmolekula kikísérletezése; ilyen műanyagok gyártása...

A szerves anyagokról általában

A szerves anyagok gyakorlatilag végtelen számúak. Gyártási technológiáik bonyolultak, szerteágazóak. Az iparilag fontos szerves vegyületek, vegyületcsoportok tárgyalásakor mindig fel kell hívni a figyelmet: milyen hatást gyakorolnak az életre ezek az anyagok; és gyártásuk melléktermékei! Ismertetni kellene ezek ártalmatlanításának lehetőségeit is...

A szerves anyagokkal kapcsolatban fel kell hívni a figyelmet egy igen fontos kérdésre:

Még a szervesetlen analitika is igen bonyolult feladat; sok Kőjál, vízügyi laboratórium stb. nincs berendezkedve még a teljes körű szervesetlen analízisre sem! A szerves analitika ehhez képest még összehasonlíthatatlanul bonyolult; egy széles körű szerves kémiai analízis a legjobban felszerelt magyar intézménynek is bonyolult feladat (sokszor megoldhatatlan...).

Ezért érthető, hogy pl. az ivóvízszabványban csak pár tucat mérgező anyag határértéke szerepel. Márpedig sokezer szervesetlen és végtelen számú szerves anyag mérgezheti elvileg a vizeinket.

E probléma okozta, hogy a váci ivóvízbotrányok idején pl. a nyilvánvalóan mérgezett vizet hosszú ideig a szabványnak megfelelőnek és így fogyaszthatónak deklarálták. E probléma kapcsán rá kell mutatni, hogy az ivóvíz (levegő, talaj) mérgezőképességének a vizsgálatához elsősorban nem kémiai, hanem biológiai tesztek sokaságára van szükség!

Ha a biológiai tesztek mérgezőnek mutatnak egy közeget, akkor kell, hogy előtérbe kerüljön a kémia, és mindenképpen azonosítsa a mérgező anyagot.

A vízben még egy gond van. A Clear Lake példáján láttuk, hogy a víz akkor is halálos veszedelem jelenthet az ember számára, ha benne egyáltalán nincs mérgező anyag – mert az már rég beépült a vízi ökoszisztéma táplálékláncába. Az élő vizek esetében tehát nem elég a vizet minősíteni; hanem az egész vízi ökoszisztémát kell!

Úgy gondolom, hogy a kémiaórákon végzendő környezetvédelmi nevelés sok plusz terhet ró a pedagógusokra; főképp, ha a másik szakjuk nem a biológia. E gondon szerettem volna munkámmal segíteni. És felhívni a figyelmet: e többletmunka több szempontból is hasznosul! Színesebb, élvezetesebb órákat tarthatunk a biológiából és a gyakorlati életből vett példákkal; és csak a ma környezetbarát kémiaoktatása alapozhatja meg a holnap környezetbarát kémiáját, vegyiparát...

E téren pedig máris sokéves késésben vagyunk!

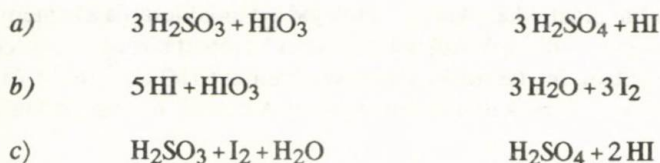
A Landolt-féle időreakció kivitelezésének megbízhatóbbá tétele

A kémiai folyamatok sebességének bemutatására általánosan és leggyakrabban használt kísérlet, melyet 1886-ban Landolt (1831–1910) fedezett fel.

A reakció lényege a következő:

Ha valamilyen szulfitot (illetve hígított kénessavat) tartalmazó oldatot jódsav (HIO_3) felesleggel reagáltatunk keményítő jelenlétében, akkor a keményítő csak hosszabb idő után hirtelen kékül meg. Oka az, hogy a szulfit hidrolízise során keletkező kénessav és a jódsav reakciójában a szabad jód (I_2) képződése késéssel indul csak meg.

A lejátszódó folyamatok:



A három reakció sebességét az a részfolyamat határozza meg, amely a leglassúbb – esetünkben az a) egyenlet szerinti reakció. Ebben a folyamatban a keletkező HI a jelen lévő HIO_3 -tal I_2 kiválás közben reagál. Keményítő jelenlétében az oldatnak meg kellene kékülnie. Ez azonban nem következik be, mivel az oldatban lévő kénessav a jód hatására kénessavvá oxidálódik a c) egyenlet szerint. Az oldat csak akkor kékül meg, vagyis a b) egyenlet szerint keletkezett jód az oldatban csak akkor jelenik meg maradandóan, amikor a kénessav már teljesen elfogyott. Adott hőmérsékleten az oldott anyagok koncentrációinak kellő megválasztásával tetszés szerint szabályozható – azaz másodpercre beállítható az az idő, ami az oldat megkéküléséig eltelik.

Az irodalom a Landolt-reakció szemléltetését Na_2SO_3 -tal és KIO_3 -tal írja le. A Na_2SO_3 alkalmazása azonban nem problémamentes, a vegyület ugyanis könnyen oxidálódik Na_2SO_4 -tá.

Mindig frissen kell elkészíteni az oldatot, már egynapos állás után is bekövetkezik az, hogy nem a kiszámított (kimért) időken kékül meg oldatunk, vagy akár egyáltalán nem történik színváltozás.

Amennyiben ezt a kísérletet 1–2 héten belül többször is be akarjuk mutatni (több osztályban, illetve csoportban), mindig új Na_2SO_3 -oldatokat kell készíteni. A leírások meg is jegyzik, hogy: „A kísérlet csak nem oxidálódott nátrium-szulfittal sikerül”.

Ennek a problémának a kiküszöbölésére alkalmazunk Na_2SO_3 helyett $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ -ot. A $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ (kálium-piroszulfít) hidrolízisekor KHSO_3 és SO_2 keletkezik, tehát a megfelelő $\text{H}_2\text{SO}_3 =$, azaz a SO_3^{2-} = koncentráció biztosított.

A $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ alkalmazásának előnyei:

1. nem mérgező vegyület,
2. kevésbé oxidálódik, mint a Na_2SO_3 , állandóbb vegyület,
3. könnyen beszerezhető (fotovegyszer),
4. egységnyi tömegének ára jelenleg a kereskedelemben kevesebb, mint a Na_2SO_3 -é, ezenkívül azért is gazdaságos, mert 1 g Na_2SO_3 helyett csak 0,215 g $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ -ot kell bemérnünk.

A kísérlet leírása

Szükséges eszközök és anyagok: 50, 100 és 200 cm^3 -es főzőpoharak, 10 és 100 cm^3 -es mérőhenger, 2-2 db 10 és 20 cm^2 -es pipetta, 4 db 100 és 2 db 250 cm^3 -es mérőlombik, táramérleg, súlysorozat, stopperóra, kálium-jodát (KIO_3), kálium-piroszulfít ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$), 1 mólos sósavoldat (1 M HCl), 1 %-os frissen készített keményítőoldat, desztillált víz.

I. törzsoldat készítése: 1,00 g KIO_3 -ot feloldunk 50 cm^3 1 M HCl-oldatban, majd mérőlombikban desztillált vízzel 250 cm^3 -re töltjük.

II. törzsoldat készítése: 0,26 g $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ -ot feloldunk kevés desztillált vízben, majd 250 cm^3 -es mérőlombikban jelig töltjük.

Mivel a reakció csak nagyon híg oldatokkal sikerül – a sok jód ugyanis kicsapja a keményítőt –, ezért további hígítás szükséges. A törzsoldatokból 20-20 cm^3 -t pipetázzunk át egy-egy 100 cm^3 -es mérőlombikba, és hígítsuk fel desztillált vízzel az oldatokat 100 cm^3 -re! (A és B oldat.) Az így kapott oldatokkal a Landolt-reakció sikere biztosított. A keményítőoldatot öntsük a kálium-piroszulfít-oldatba!

Az alábbi táblázat adatai tartalmazzák többszöri kísérleteink átlagát:

A	KIO_3 cm^3 -einek száma	B	$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ cm^3 -einek száma	Az oldat színváltozásáig eltelt idő (s)
	20		10	4
	15		15	13
	15		20	20
	10		20	36

(Megjegyzés: A felhasznált KIO₃ REANAL-gyártmány, gy.sz.: 69082182, minősége: at: K₂S₂O₅ REANAL-készítmény, gy.sz.: 79103341, minősége: at;)

Összefoglalva, tapasztalataink alapján elmondhatjuk, hogy a fentebb közölt leírások és megadott adatok alapján a Landolt-reakció sikerét a nátrium-szulfidot helyettesítő kálium-piroszulfid mindenkor biztosítja, és még az egy hónapos oldatokkal is sikeresen elvégezhető ez az igen szemléletes kísérlet.

Felhasznált irodalom

- [1.] Fotolexikon, Akadémiai Kiadó, Bp., 1963
- [2.] Dr. Lentz Nándor: Fotovegyszer lexikon
- [3.] Römp: Vegyészeti lexikon
- [4.] Dr. Lengyel Béla: Általános és szervetlen kémiai praktikum
- [5.] Dr. Lengyel Béla – Proszk János – Szarvas Pál: Általános és szervetlen kémia
- [6.] Hargitainé dr. Tóth Ágnes – dr. Rácz László: Általános és fizikai kémiai gyakorlatok /jegyzet/
- [7.] Dr. Pais István: Kémiai előadási kísérletek
- [8.] Dr. Perczel Sándor – dr. Wajand Judit: Szemléltető és tanulókísérletek a kémia tanításában. (Jegyzet) Középisk.

RÓZSAHEGYI MÁRTA – KOSZTA KATALIN

egyetemi docens
ELTE

V. éves matematika-kémia szakos hallgató
ELTE

Régi kísérletek új kivitelben

A kísérletezés fontosságának felismerése a természettudományok oktatásában nem újkeletű. Nem a kezdőpontig, csak száz egynéhány évig visszatekintve hadd hivatkozzunk *Mengyelejev*re, aki a következőket írta: „A végkövetkeztetések ismerete, elérésük módszerének ismerete nélkül könnyen tévútra vezet, a tudományok filozófiai (elméleti), de gyakorlati oldalát illetően is, ezért mindenekelőtt el kell sajátítani a kémiai gyakorlatot (praxist), azaz a tantárgyat úgy kell tanulni, mint mesterséget, a természet által feltett kérdések és válaszok meghallgatásának művészetét, akár a laboratóriumokban, akár a könyvekből szerezzük ismereteinket.” [1]

Hazánkban a két világháború közötti korszakban *Loczka Alajos*, *Davidá Leóné* és még néhány más kiváló pedagógus felismerte és magas színvonalon megvalósította a munkáltató vegytanoktatást [2, 3, 4]. Az 1938-ban megjelent egységes gimnáziumi tanterv alapvető módszerként jelöli meg a tanulók önálló munkáját és a tanári kísérletezést.

A legújabb hazai és külföldi módszertani szakkönyvek [5, 6] ugyancsak kiemelik a kísérletezés, az empirikus tapasztalatszerzés fontosságát. Ugyanezt mondhatjuk el az érvényben lévő általános és középiskolai tantervekről is.

Mind a főiskolai, mind az egyetemi tanárképzésben ha nem is magas, de a többi tantárgyhoz képest méltányos óraszámban szerepel a kémiatanítás módszertana tárgya, amelynek keretében a leendő kémiatanárokat elméleti és gyakorlati téren felkészítik a kísérletezésre.

Mindezek ellenére, ha kinyitjuk *A Kémia Tanítása* bármelyik évfolyamát, vagy részt veszünk szaktanácsadók, pedagógusok tanácskozásán, meghallgatjuk a gyerekek véleményét, összegezzük a felvételi vizsgák tapasztalatait, állandóan visszatérő megállapítás, hogy a kémia elvont, száraz, nehéz, elméleti tantárgy, illetve tudomány. Csak egy-két kiragadott példát hozunk ennek szemléltetésére.

Z. Orbán Erzsébet a következőket mondta 1984-ben a kémiatanárok IX. országos konferenciáján: „Az új tantervek bevezetésének nincseredménye – s ez mindhárom természettudományi tantárgyról elmondható – elsősorban a tanulói intellektus fejlesztésében mutatkozik. Ugyanakkor tapasztalható – ugyancsak mindhárom tárgybán – a tanítás experimentális jellegének háttérbe szorulása, illetve a vártnál kisebb mértékű fejlődése. A kísérleti munka visszaszorulásának a tananyag elméleti hatásán kívül egyéb oka is van. Kezdetben tapasztalható ok volt pl., hogy az új tartalommal való ismerkedés, a módszertani útkeresés bizonytalansága szorította háttérbe a kísérleti munkát. Ennél is kézzelfoghatóbb ok, a pedagógusok munkakörülményeinek romlása.” [7]

Az elmúlt években sem javult a helyzet, ezt mutatja Tóthné Bíró Mária megyei tapasztalatai alapján írt véleménye:

Személyes szaktanácsadói tapasztalatom, de országos fórumokon is gyakran elhangzik az a sajnálatos megállapítás, hogy nincs minden rendben iskoláinkban a kémiai kísérletezéssel. Valamennyien félünk a „krétakémia” eluralkodásától, mindannyian belátjuk a gyakorlat szükségességét, próbáltunk is tenni egyet-mást, de a siker, a kísérletek gyakorisága, hatékonysága nem nőtt úgy, ahogy az korunknak megfelelő, szükséges lenne. [8]

A legszenvedélyesebb hangon legfrissebb hivatkozásunkban [9] Bentzik Ferenc kollégánk fogalmazza meg aggodalmát a kémiatanítás elméletivé válása miatt.

Úgy gondoljuk, hogy az egyetértés, a problémák ismételgetése nem elég, hanem tenni is kell annak érdekében, hogy a jelenlegi helyzetből pozitív irányú elmozdulás legyen belátható időn belül. Természetesen csak üdvözölni lehet azt a törekvést, hogy az ezredforduló küszöbén korszerű ismereteket kapjanak a gyerekek kémiából is, de ez nem elég. Emellett azt kellene elérnünk, hogy a tanulmányaik idején és később is a kémia ne csak olyan mellékképet idézzon fel bennük, hogy tanultak a kvantumszámokról, a molekulaszervezetekről, hanem az is éljen bennük, hogy sok érdekes, sőt izgalmas, színes, szép kísérletet láttak a kémiaórákon.

A Szakmódszertani Csoport munkatársainak irányításával szinte minden tanévben több V. éves tanárjelölt készíti a szakdolgozatát, egy jelentős részük a demonstrációs és tanulói kísérletek fejlesztésével foglalkozik. Az e munka során kidolgozott kísérleteket kívánjuk közzétenni a most induló sorozatunkban. Alapul véve a magyar nyelven hozzáférhető irodalmat [10, 11] e bevezető cikkünkben azokat a kísérleteket mutatjuk be, amelyeket más kivitelen már ismernek a kollégák, de véleményünk szerint az itt ismertetett eljárás vagy lényegesen egyszerűbben kivitelezhető, vagy szemléletesebb az előbbi hivatkozásokban leírt eljárásoknál.

1. Az ammónium-nitrát oldódása endoterm folyamat

Mind a 7. osztályban, mind az I. gimnáziumi tankönyv foglalkozik az oldás energetikai viszonyaival. A tankönyvekben, illetve a demonstrációs kísérleteket tartalmazó szakkönyvekben [pl. 10] kétféle szemléltetési mód szerepel. Az egyik eljárás lényege az, hogy megmérjük az

oldószer hőmérsékletét, majd feloldjuk a megfelelő anyagot, utána mérjük az oldat hőmérsékletét. A másik eljárásban termoszkópot használunk, itt a folyadékszint elmozdulása jelzi a gáz kitérülését vagy összehúzódását, vagyis az oldat felmelegedését vagy lehűlését.

Mindkét eljárásnak az a *hátránya*, hogy a *változás csak közelről* (különösen a hőmérő esetén) *látható*. Ezért amennyiben nincs elegendő idő vagy felszerelés ahhoz, hogy a tanulók csoportmunkával megmérjék az előbb említett hőmérséklet-változást, akkor az alábbi demonstrációs kísérletet javasoljuk elvégezni, mert véleményünk szerint szemléletesebb, mint az előbb említettek.

Szükséges anyagok és eszközök: 30 cm³ víz, 14 gramm kristályos ammónium-nitrát, jég, üvegbot, porosztókártya, kb. 200 cm³ térfogatú Erlenmeyer-lombik, egy 15-10 cm alapterületű, 2-3 cm vastag falap, 4 db 1/2 kg-os súly.

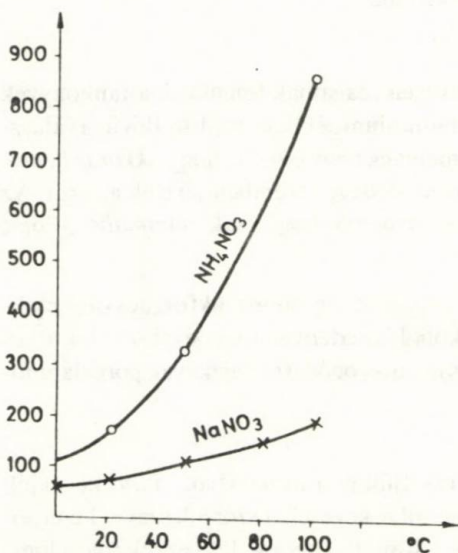
Végrehajtás

A kísérlet elvégzése előtt öntsünk kb. 30 cm³ vizet a lombikba, és mintegy 20 percre helyezzük jégfürdőbe!

A falap közepére csöpögtessünk 5-10 csepp vizet! Helyezzük a lehűtött lombikot a víztócsára úgy, hogy az a lombik aljának közepén legyen! Előzőleg a táramérlegen mérjük le 14 grammot a kristályos ammónium-nitrátból, majd ezt szórjuk bele gyors mozdulattal a lombikban lévő vízbe, keverjük össze a lombik tartalmát! Egyik kezünkkel helyezzük a dugót a lombik szájába, a másikkal szorítsuk azt az alatta lévő vízfolttra!

Egy-két percen belül a lombik úgy *odafagy a falaphoz*, hogy nemcsak azt mutathatjuk be, hogy a lombik szájánál fogva felemelhető a lombik az oldattal és a falappal, hanem a falapot a lombik mellett szimmetrikusan négy darab 1/2 kg-os súllyal terhelhetjük is. Ez az állapot legálább 5 percig fennmarad.

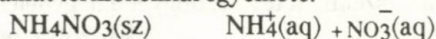
gramm anyag / 100 g víz



1. ábra

Magyarázat

Az ammónium-nitrát oldódása endoterm folyamat, a mérések szerint a kísérletben megadott anyagmennyiségekkel kb. -7 °C érhető el. A folyamat termokémiai egyenlete:



$$Q = +26,2 \text{ kJ/mol.}$$

Ez azt jelenti, hogy 1 gramm ammónium-nitrát oldása 327 J hőt von el a környezettől. Érdekes bemutatni az ammónium-nitrát oldékonyságának változását a hőmérséklet függvényében.

Az ábráról leolvashatjuk, hogy 0 °C-on 118 g, 20 °C-on 192 g, 50 °C-on 344 g, 80 °C-on 580 g, 100 °C-on 871 g só oldódik fel 100 g vízben. Tehát az oldhatóság nagyon meredeken változik a hőmérséklet emelésével. Ezzel a példával is bizonyíthatjuk azt a megállapítást, hogy azok az anyagok, amelyeknek az oldáshője pozitív, melegen jobban oldódnak, mint hidegen.

2. Kén és cink egyesülése

Közismert, hogy a kén és a cink igen hevesen, exoterm reakcióban egyesül cink-szulfiddá. Kevésbé heves, de szintén exoterm reakció a vas és a kén egyesülése. Ha kémcsőben végezzük el a kísérletet, akkor a kémcsövet fel kell áldoznunk, mert a fejlődő hőtől az széttörik, illetve a keletkező termék csak nehezen távolítható el.

Amennyiben az itt javasolt módon végezzük el a kísérletet, talán még szembetűnőbb a folyamat exoterm volta. Egyetlen probléma, hogy mindkét folyamatban mérgező és kellemetlen szagú kén-dioxid is képződik, ezért vagy *fülke alatt végezzük a kísérletet*, vagy az óra végén, nyitott ablak mellett, majd hosszabb ideig szellőztessünk.

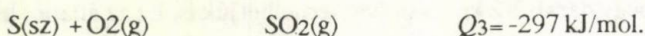
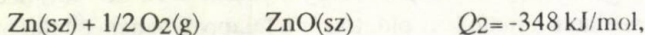
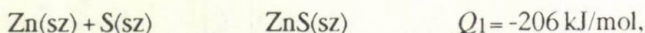
Szükséges anyagok és eszközök: 6 gramm cinkpor, 1 gramm kénpor (vagy 10 gramm vaspor és 5 gramm kénpor), azbesztlap, égetőkanál, Bunsen-égő, porcelántál, vegyszereskanál.

Végrehajtás

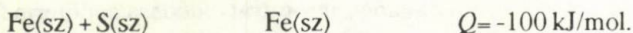
A táramérlegen lemért cinkport (vagy vasport) porcelántálban alaposan összekeverjük a kimért kénporral. A keveréket halmozzuk fel az azbesztes drótháló közepére, az égetőkanál alját melegítsük Bunsen-égő lángján izzásig, majd hirtelen mozdulattal érintsük meg a kanállal a keverék közepét! *A kezünket gyorsan húzzuk el!* Heves, erősen exoterm reakció indul meg, különösen a cink és a kén között, amely szikrázással, felcsapó lánggal jár.

Magyarázat

Három exoterm reakció mehet végbe egyidejűleg:

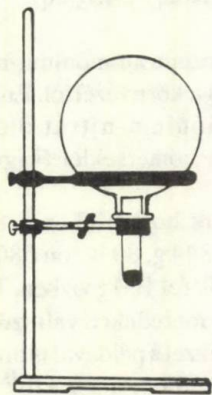


A vas és a kén egyesülése szintén exoterm folyamat:



3. A jód reakciója cinkkel

Annak szemléltetésére, hogy a halogénelemek szívesen reagálnak fémekkel, a tankönyvek többek között a jód és az alumínium példáját írják le. Bővíti a választékot ez a kísérlet [12], amelynek nagy előnye, hogy *akkor is bemutatható, ha fülkével nem rendelkező* teremben tartjuk az órát. Az ügyes elrendezés ugyanis biztosítja, hogy csak *minimális jódgőz kerüljön a levegőbe*.



2. ábra

Szükséges anyagok és eszközök: 2 gramm cinkforgács vagy cinkpor, 7 gramm jód, etil-alkohol (az edények tisztításához), 1 dm³-es gömblombik, kémcső, vasállvány fogóval és karikával, porcelánmozsár, 10 cm³-es mérőhenger.

Végrehajtás

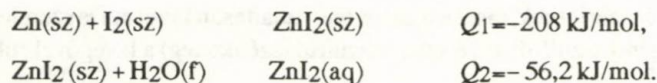
A jódkristályokat dörzsöljük el a mozsárban, majd keverjük össze a lemért cinkforgáccsal! A keveréket szórjuk száraz kémcsőbe, a kémcsövet fogjuk be állványba fogóval, helyezük fölé a lombikot a 2. ábra szerint!

Egyik kezünkkel emeljük fel a lomikot, a másik kezünkkel öntsünk a kémcsőben lévő keverékre kb. 3 cm^3 vizet a mérőhengerből! Azonnal helyezzük vissza a lombikot!

Rövidesen megindul a lila gőzök képződése, az elegy erősen felmelegszik, a fejlődő hőtől a jóid egy része szublimál, és a lombik hidegebb felén kikristályosodik. A kémcsőben cink-jodid vizes oldata marad vissza, amelyet elektrolízissel alkotórészeire bonthatunk.

Magyarázat

Víz hatására azért indul meg a reakció, mert a víz a reakció közege, szilárd fázisban nem megy végbe a folyamat. A víz azzal is elősegíti a reakciót, hogy leoldja a cink felületéről a képződő cink-jodidot, így a cink felületén újabb reakció megy végbe. A rendszer azért melegszik fel, mert két exoterm reakció is lejátszódik:



4. Magnézium égése szén-dioxidban

Mind az általános, mind a középiskolai tankönyvben szerepel az a megállapítás, hogy a szén-dioxid az égést nem táplálja. Ez a megfogalmazás tulajdonképpen nem pontos, helyesen azt mondhatjuk, hogy a szén-dioxid a széntartalmú anyagok égését nem táplálja. Magasabb hőmérsékleten azonban több anyag képes arra, hogy elvonja a szén-dioxidból az oxigént. Ezek közül a folyamatok közül a magnézium égését tudjuk szemléltetni iskolai körülmények között.

A szén-dioxid, ha nagy koncentrációban van jelen, kifejezetten robbanásszerű hevességgel reagál az égő magnéziummal. Az itt javasolt kísérlethez a száraz jeget könnyen beszerezhetjük, mert a hűtőipar eléggé elterjedten használja, bízunk benne, hogy a magnéziumszalag, illetve -por sem lesz hiánycikk.

Szükséges anyagok és eszközök: 3 gramm magnéziumpor, 2 gramm magnéziumforgács, 1 gramm kálium-klorát, egy kistányér méretű szárazjégdarab vagy egy maréknyi, ha kisebb darabokból áll, Bunsen-égő, csipesz, vegyszereskanál, porcelántál, tálca.

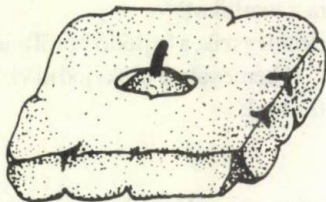
Végrehajtás

Helyezzük el az asztallap közepére a szárazjeget, és csipesszel vagy más szerszámmal csináljunk a közepére egy mélyedést (ha kisebb darabokból áll, olyan kupacba rakjuk, hogy a közepén bemélyedés legyen!)

Keverjük össze 2 gramm magnéziumport és 2 gramm magnéziumforgácsot, majd szórjuk a mélyedésbe! *Óvatosan* keverjük össze 1 gramm kálium-klorátot és 1 gramm magnéziumport, ezzel fedjük be a magnéziumkeveréket, a közepére szűrjük magnéziumszalagot!

Az azbesztlapot az így elkészített anyagokkal helyezzük a hőálló tálca közepére, és lehetőleg tegyük fülke alá! A Bunsen-égő lángjával gyújtsuk meg a magnéziumszalag végét, és gyorsan lépünk hátra! Szinte robbanásszerű hevességgel megy végbe a reakció. Ha nem fülke alatt végezzük a kísérletet, akkor ügyeljünk arra, hogy 2-3 méternél közelebb ne legyen a kísérlethez egy tanuló sem! A kálium-klorát szerves szennyezés hatására robbanhat, ezért a tanulóktól elzárva tartuk!

Vizsgáljuk meg közeliről a fekete maradékot!



3. ábra

Magyarázat

A magnézium és a szén-dioxid reakciója erősen exoterm folyamat:



A fekete maradék szén és magnézium-nitrid (Mg_3N_2), ami magas hőmérsékleten kis mennyiségben képződik. A kísérlet azt is bizonyítja, hogy a szén-dioxiddal égő magnéziumot nem lehet eloltani.

5. A fehérfoszfor öngyulladásá

Más címet is adhattunk volna a kísérletnek, mert a foszfor öngyulladásán kívül azt is szemlél-teti, hogy a foszfor jól oldódik szén-diszulfidban, a szén-diszulfid (szénkéneg) a levegővel robbanó elegyet képez.

Szükséges anyagok és eszközök: 2 gramm fehérfoszfor, 10 cm^3 szén-diszulfid, kémcső dugó-val, csipesz, kés, szűrőpapír, olló, 3-4 különböző méretű üveghenger (pl. 100 cm^3 -es mérőhenger, 1 gázfelfogó henger, nagyobb méretű gázfelfogó henger).

Végrehajtás

A mintegy 2 gramm tömegű fehérfoszfort emeljük ki a vízből, vágjuk le, ha nagyobb a szűk-ségesnél (gyorsabban oldódik, ha kisebb darabokból áll), tegyük a kémcsőbe, öntsünk rá kb. 10 cm^3 szén-diszulfidot, zárjuk le a kémcsövet dugóval, majd rázogatóval oldjuk fel a foszfort! Néhány perc alatt az oldódás végbemegy (ez az adag több kísérlethez is elegendő, zárt edényben néhány napig az oldat eltartható).

Vágjunk le akkora szűrőpapírlapokat, hogy azok a hengerek száját befedjék, állítsuk lehető-leg fülsze alatt sorba a hengereket, tegyük a tetejükre a szűrőpapírlapokat!

Minden lapra kb. 1 cm^3 szénkéneges foszforoldatot öntsünk, oltuk le a lámpát, vagy sötétít-sük be a helyiséget!

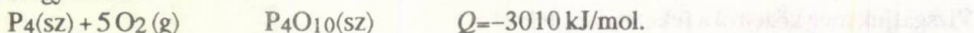
Várjunk 2-3 percet! A hengerek méretétől, illetve a benne lévő szén-diszulfid-levegő elegy összetételétől függően kisebb-nagyobb veszélytelen robbanás kíséretében a papíron égő foszfor hőjétől meggyulladva élénk kék lánggal elég a szén-diszulfid-gőz a hengerekben.

Vigyázzunk! A fehérfoszfor tűzveszélyes anyag, a maradékot mindig el kell égetni! A szén-diszulfid mérgező! A kísérlet csak tanári demonstrációs célokra alkalmas.

Magyarázat

A szén-diszulfid-oldószer gyorsan elpárolog, gőzei behatolnak a szűrőpapír alatt lévő hen-gerbe is. Amint az oldószer elpárolog, a finom eloszlású fehérfoszfor a levegővel érintkezve gyorsan oxidálódik, majd a fejlődő hőjétől meggyullad. A foszfor égési hőjétől a hengerben lévő szén-diszulfid-levegő elegy robbanásszerű hevességgel reakcióba lép. A hengerek nagyságától függően változik a gőz-levegő arány, így a reakció hevessége és a hallható hang.

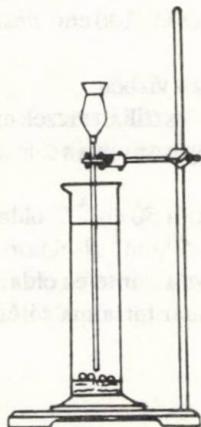
Néhány számadat a kísérlettel kapcsolatban: 1 cm^3 szén-diszulfidban 1,25 gramm fehérfosz-for oldódik fel. A szén-diszulfid forráspontja $+46,5^\circ\text{C}$. A fehérfoszfor gyulladási hőmérséklete 60°C . A szén-diszulfid-levegő 1-50 térfogat %-os elegye robban. A foszfor égésének termoké-miai egyenlete:



6. A foszfor víz alatti égése

Annak szemléltetésére, hogy ha a gyors égés három feltétele: az éghető anyag, az oxigén és a gyulladási hőmérséklet együtt van, akkor a víz alatt is végbemehet az égés, közismert kísérlet a fehérfoszfor víz alatti égése. Az általánosan ismert irodalomban ez a kísérlet úgy szerepel, hogy oxigénfejlesztő készülékből vezetjük az oxigént a víz alá helyezett foszforra. Az oxigénfejlesztő összeszerelése, majd a megtisztítása (elsősorban a falára rakódott mangán-oxidtól) külön munkát és időt igényel. Az alábbiakban ismertetett eljárás [12] egyik előnye az, hogy nincs szükség külön gázfejlesztő készülékre, a másik előnye, hogy *hosszabban és látványosabban ég a foszfor*.

Szükséges anyagok és eszközök: 10 gramm kálium-klorát, 2 cm^3 cc. kénsav, borsó nagyságú fehérfoszfor, 100 cm^3 desztillált víz, nagy kémcső, csapos tölcser, vasállvány fogóval, vaskarika, csipesz, kés.



4. ábra

Végrehajtás

A nagy kémcsövet fogjuk be állványba, az aljára szórjuk a lemerített kálium-klorátot, majd öntsünk rá kb. 100 cm^3 desztillált vizet! A foszfordarabot (vagy lehet több kisebb darab is) csipesszel helyezzük a kálium-klorát tetejére! A csapos tölcserűt úgy helyezzük el a vaskarikában, hogy a vége a foszfor fölött legyen 1-2 mm-rel. 4. ábra. Töltsük a tölcserbe a 2 cm^3 cc. kénsavat, majd a csap megnyitásával engedjük le azt! A csapot zárjuk el! Ha lehet, sötétítsük be a termet! Néhány percig várni kell, mire kellő mennyiségű oxigén fejlődik, illetve a reakcióhőtől az oldat felmelegszik a foszfor gyulladási hőmérsékletére. Amikor ez bekövetkezik, akkor a foszfor a víz alatt fel-fel villan és hosszabb-rövidebb ideig ég. Mintegy 5 perc alatt fogy el az összes foszfor.

Magyarázat

A kálium-klorátból oxigén fejlődik, a reakció exoterm, így az oldat felmelegszik. Amikor a három feltétel együtt van (éghető anyag, oxigén, gyulladási hőmérséklet), akkor az égés megindul. Az égés azért nem folyamatos, mert az oxigén buborékok formájában fejlődik és kerül a foszfor felületére. A foszfor mennyiségétől függ, hogy milyen hosszú ideig látjuk a felvillanásokat.

Az edények tisztításakor nagyon ügyeljünk arra, hogy ha marad még *el nem égett foszfor*, akkor azt tegyük porcelántálba, és a fülke alatt égessük el! A kálium-klorátot is gondosan kezeljük, mert szerves szennyezés hatására robbanhat!

7. Módosított Landolt-reakció

A reakciósebesség fogalmának tanításakor vagy vegyipari szakközépiskolában a reakciókinetika tárgyalásakor nagyon szemléletes, hatásos kísérlet a Landolt-reakció. Az eddigi legközismertebb recept [10] alapján elég körülményes eljárás a bemutatás előkészítése, mert mérőlombikkal, pipettával végzett pontos beméréseket igényel.

Tapasztalataink szerint a másik eljárás [13] táramérleg-pontosság esetén is garantáltan jól elvégezhető. A módosított Landolt-reakció pedig igazi élményt ad, mert a két szintelen oldat

összeöntése után néhány másodperc múlva, „varázslatszerűen”, narancsvörös csapadék jelenik meg, majd újabb néhány másodperc múlva hirtelen kékesfeketére változik az edény tartalma.

Szükséges anyagok és eszközök: 1,5 gramm kálium-jodát, 1,5 gramm nátrium-hidrogén-szulfid, 0,6 gramm higany(II)-klorid, 0,2 gramm keményítő, 400 cm³ desztillált víz, 3 db 100 cm³-es, 4 db 50 cm³-es mérőhenger, 3 db 200 cm³-es, 2 db 100 cm²-es főzőpohár, üvegbot, vegyszereskanál.

Végrehajtás

Készítsük el az A, B, C jelű oldatokat!

A-oldat: 1,5 gramm kálium-jodátot feloldunk 100 cm³ vízben.

B-oldat: a kb. 0,2 gramm keményítőt feloldjuk a kevés forró vízben, felforraljuk az oldatot, majd lehűtjük, és hozzáadjuk az 1,5 gramm nátrium-hidrogén-szulfidból és kb. 100 cm³ desztillált vízből készült oldathoz.

C-oldat: 0,6 gramm higany(II)-kloridot feloldunk kb. 100 cm³ desztillált vízben.

a) *kísérlet (Landolt-reakció):* 50 cm³ A-oldatot elegyítsünk 150 cm³ desztillált vízzel, majd gyors keverés közben öntsünk hozzá 50 cm³ B-oldatot! Mintegy 10 másodperc múlva a színtelen oldat hirtelen sötétkék lesz.

b) *kísérlet (módosított Landolt-reakció):* elegyítsünk 50 cm³ A-oldatot 50 cm³ C-oldattal és 50 cm³ desztillált vízzel, majd gyors keverés közben adjunk hozzá 50 cm³ B-oldatot! A hőmérséklettől és a bemérés pontosságától függően 5-10 másodperc múlva a színtelen oldatban narancsvörös csapadék válik ki, majd újabb 5-10 másodperc múlva a pohár tartalma sötétkék vagy fekete lesz.

Magyarázat

A kísérlet mindkét változatában egyidejűleg több kémiai folyamat játszódik le, mint az 5. és 6. ábráról leolvashatjuk.

A Landolt-reakcióban a jodátion a hidrogén-szulfid-iont oxidálja, miközben valószínűleg több lépésben jodidionná redukálódik. Ez a reakció a többihez képest lassú. A jodátion-felesleg a keletkező jodidiont jódá és vízzé oxidálja, de jód kiválást (az oldat elkékekülését) addig nem észleljük, amíg hidrogén-szulfid-ion van a rendszerben, mert az nagy sebességgel a keletkezés pillanatában redukálja a jódát jodiddá. Amint elfogy a rendszerben a HSO₃⁻, a képződő I₃⁻ rögtön komplexet képez a keményítővel, ezért az oldat sötétkék lesz. Minthogy a jódnak többféle oxidációs állapota lehet, ezért azt az 5. ábrán is látjuk, átmeneti terméként valószínűleg IO₂⁻ és IO⁻ ionok is megjelennek. A gyengén savas közegben a HOI főként nem disszociált állapotban van jelen, ezért így tüntettük fel.

Részletesen tanulmányozták a reakció mechanizmusát, megpróbálták kinyerni a rendszerből a perjódosav és a jódosav sóját, de az nem sikerült. Ennek ellenére nagy valószínűséggel feltételezik az IO⁻- és IO₂⁻ ionok átmeneti megjelenését. Mint ahogy az ábra feltünteti, közben természetesen diszproporcionálódás is bekövetkezik.

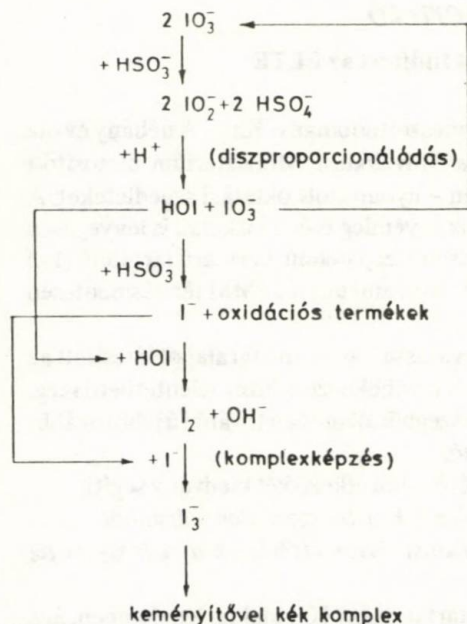
A módosított Landolt-reakcióban a jodidionok képződése az előzőhöz hasonlóan történik. A képződő jodidionokat itt a higanyionok megkötik, egészen addig, amíg a higanyionok el nem fogynak, csak a bal oldali reakciók mennek végbe. Majd ezután a jobb oldali ágon eljut a rendszer az I₃⁻ ionok képződéséhez, ekkor a keményítő megkékekül.

A zárójelben, a nyílak mellett feltüntetett számok a reakciók sorrendjét jelölik. Amint a 6. ábrán látjuk, ebben a rendszerben is képződnek átmenetileg más ionok is pl. [Hg(SO₃)₂]²⁻.

$[\text{HgI}]^-$, $[\text{HgSO}_3\text{I}]^-$, végül ezekből az átmeneti termékekből keletkezik a HgI_2 , amely csapadékként kiválik.

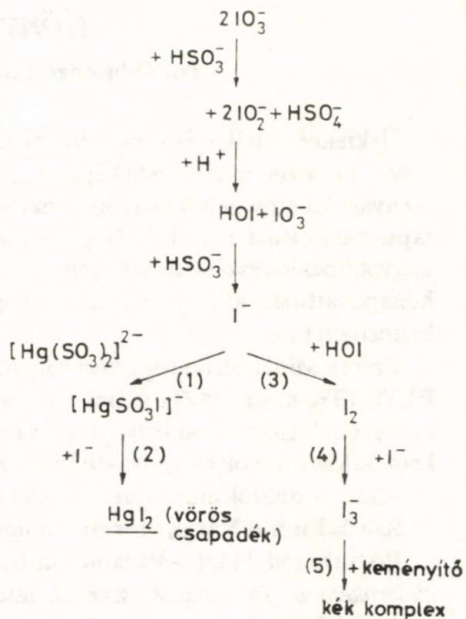
Ha a kísérlet nem a leírtak szerint megy végbe, akkor a nátrium-hidrogén-szulfidot kell megvizsgálnunk, hogy állás közben nem oxidálódott-e szulfáttá. Ha lassítani vagy gyorsítani kívánjuk a csapadék kiválását vagy a kék szín megjelenését, akkor a felírt reakcióknak megfelelően vagy az oldatok koncentrációját, vagy a térfogatát kell kismértékben megváltoztatni.

Az a) reakció lépései:



5. ábra

A b) reakció lépései:



6. ábra

Irodalom

- [1] *Mengyelejev, D. I.*: A kémia alapjai. 4. kiadás 1881.
- [2] *Loczka Alajos*: A kémia tanítása a magyar középfokú iskolában D. Lap 2, 2/42 (1931)
- [3] *Loczka Alajos*: A vegytan tanítása. Budapest, 1939.
- [4] *David Leoné*: Gondolkodásra nevelés a kémiatanításban Köznevelés 6, 625 (1950)
- [5] *Mojzes János*: Módszerek és eljárások a kémia tanításában Tankönyvkiadó, Budapest, 1984.
- [6] *Cvetkov, L. A.*: Szerves kémiai kísérletezés a középiskolában Tankönyvkiadó, Budapest, 1953.
- [7] *Z. Orbán Erzsébet*: Áttekintés a gimnáziumi kémiatanításról Kém. Tan. XXIII. 196 (1984)
- [8] *Tóthné Blér Mária*: Javaslatok az általános iskolai tanulókísérletek könnyebb lebonyolításához Kém. Tan. XXVII. 28. (1988)
- [9] *Bentzik Ferenc*: Magyar Kémikusok Lapja, XLIV, /1989/
- [10] *Pais István*: Kémiai előadási kísérletek. Tankönyvkiadó, Budapest, 1977.

- [11] *Perczel Sándor–Wajand Judit: Szemléltető és tanulókísérletek a kémia tanításában.* Tankönyvkiadó, Budapest, 1985.
- [12] *Shakhashiri, B. Z.: Chemical Demonstrations, The University of Wisconsin Press, Madison, 1983.*
- [13] *Lambert, J. L.–Fina, G.T.: Journal of Chemical Education, 61, 1037, 1984.*

Könyvismertető

Továbbképzési sorozatot indított az ELTE

Új kiadói vállalkozásba kezdett az ELTE Természettudományi Kara. A néhány év óta folyó intenzív tanártovábbképzéshez eddig a Művelődési Minisztérium biztosított – anyagi lehetőségeitől és az igényektől függően – nyomtatott oktatási segédleteket. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a pedagógusok egyénileg is és az iskolák is lényegesen nagyobb példányszámban igényelnék ezeket a kisebb terjedelmű, korszerű tartalmú (1-2 hónapos átfutási idővel jelennek meg) füzeteket, mint amennyit az MM térítésmentesen biztosítani tud.

Ezért a Minisztérium egyszeri nagyobb támogatással olyan anyagi alapot létesített az ELTE TTK-n, amelyből a számítások szerint 7-8 továbbképzési füzet jelentethető meg, ezeket önköltséges áron árúsítják, és a befolyt összegből állandóan további újabb továbbképzési kiadványok megjelenése finanszírozható.

A kémiatanárok munkáját ez év szeptemberétől a következő két kiadvány segíti:

Kőrös Endre–Varga Margit: *Válogatott fejezetek a bioszervetlen kémiából,*

Rózsahegyi Márta–Wajand Judit: *Új demonstrációs kísérletek a redoxi- és az elektrokémiai folyamatok szemléltetésére.*

A kísérletgyűjtemény 37 új kísérlet leírását tartalmazza 70 oldal terjedelemben, ára 120,- Ft.

Valamennyi továbbképzési füzet megvásárolható vagy megrendelhető a **Pedagógus Könyvesboltban** (1053 Bp. Múzeum krt. 3.), az **ELTE TTK Jegyzetboltban** (1088 Bp. Rákóczi út 5.) és az előbbi címen az **ELTE TTK Továbbképzési Csoportjánál**.

Folyóiratszemle

Praxis der Naturwissenschaften (NSZK)

1984

9/267 Peter Butzer (Svájc)

Az optikai forgatóképesség bemutatása írásvetítővel

Napjainban a molekulaszervezetből kiindulva kerül szóba ez a fontos tulajdonság kémiaórán, de rendszerint elmarad a jelenség bemutatása. Emiatt a tanulók tudatába csak absztrakcióként jut be az, amit pedig a neve is kifejez: a poláros fény rezgési síkjainak elforgatása.

Felszerelés: írásvetítő, 2 db négyzet alakú polaroidszűrő (kb. $20 \times 20 \text{ cm}^2$), telített D-glükóz-oldat, küvetta. (A küvetta el kell készíttetnünk, mert kereskedelmi forgalomban nem kapható. 20 cm hosszú henger, amelynek átmérője 5 cm, véglapjai optikai üvegből vannak, s közepén, a tengelyére merőleges, zárható töltőnyílása van.)

Előkészítés: A küvetta úgy töltjük meg, hogy ne maradjon benne sehol légbuborék.

Végrehajtás: Az egyik polaroidszűrőt az írásvetítőre helyezzük, és a küvetta ráállítjuk. A kivetített képen a felső zárólapot állítjuk élesre, vagyis a peremek mentén fellépő színességet megszüntetjük. A másik polaroidszűrőt a küvetta felső zárólapjára helyezzük úgy, hogy „keresztelt” helyzetben legyenek. Ennek eredményeképpen a kép közepén világos folt látszik, s körülötte a fólák árnyéka sötét négyzet. A felső polaroidszűrő forgatásával fordított helyzetet hozhatunk létre: a kerek középrész sötétedik el, s egyidejűleg a környezete világosodik ki.

A kísérlet didaktikai finomításához tartozik a polaroidszűrők hatásának előzetes bemutatása küvetta nélkül, majd optikailag inaktív anyaggal feltöltött küvettaival. Ezután a jobbra és balra forgatást külön-külön is demonstrálhatjuk.

Magától értetődik, hogy a poláros fény mibenlétének megmagyarázása nélkül a kísérlet didaktikailag alacsony értékű látványosság marad.

Karakas Gábor
vezetőtanár

Contents

<i>Bazsa György</i> : Non-thermal activation	33
<i>Balogh Márton</i> : Chemistry and environmental protection	42
<i>Rácz László-Veres Tamás</i> : How to make the carrying out of the Landolt's time reaction more reliable	53
<i>Rózsahegyi Márta-Kosztá Katalin</i> : New carrying out of old experiments	55
Book review	64
Review of periodicals	B/3

Inhalt

<i>Bazsa György</i> : Nicht-thermische Aktivierung	33
<i>Balogh Márton</i> : Chemir und Umweltschutz	42
<i>Rácz László-Veres Tamás</i> : Machen der Durchführung der Landoltschen Zeit-Reaktion zuverlässiger	53
<i>Rózsahegyi Márta-Kosztá Katalin</i> : Alte Experimente in neuer Ausführung	55
Buchbesprechung	64
Zeitschriftenschau	B/3

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Бажа Дёрдь</i> : Нетермическая активация	33
<i>Балог Мартон</i> : Химия и охрана окружающей среды	42
<i>Рац Ласло - Вереш Тамаш</i> : Переработка проведения химической по времени реакции-ландольта в более прочный вид	53
<i>Рожахеди Марта - Коста Каталин</i> : Старые эксперименты в новом виде.....	55
<i>Изложение книг</i>	64
<i>Обзор журналов</i>	B/3

A KÉMIA TANÍTÁSA

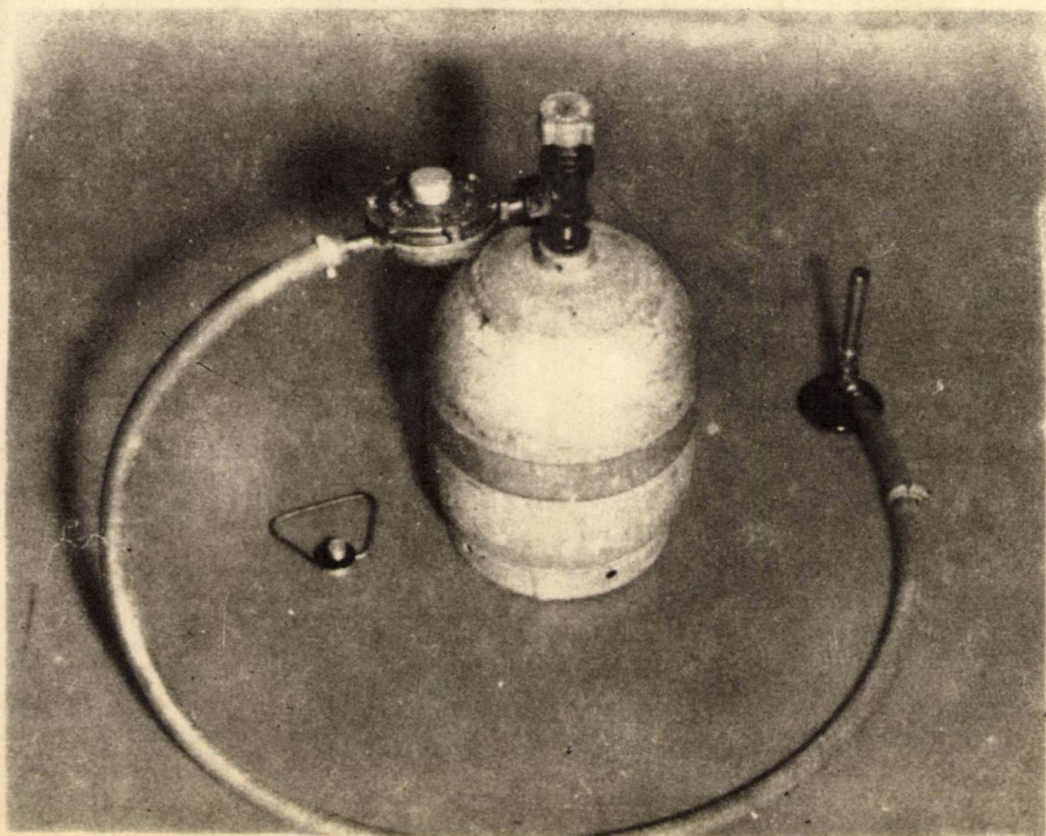
3-4

XXVIII. ÉVF.

1989.



A MŰVELŐDÉSI MINISZTERIUM MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA



KÉMIA TANÍTÁSA

A MŰVELŐDÉSI MINISZTERIUM MÓDSZERTANI FOLYÓIRATA

SZERKESZTŐ:

KECSKÉS ANDRÁS NÉ

Szerkeszti:

A SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Szerkesztőség:

(1087 Budapest VIII., Berzsenyi D. u. 6.)
Országos Pedagógiai Intézet Természet-
tudományi Osztálya. Telefon: 114-1008
Kiadja: a Tankönyvkiadó, 1055 Budapest
V., Szalay utca 10-14. - A kiadásért fele-
lős: a Tankönyvkiadó igazgatója. - Terjesz-
ti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkéz-
besítő postahivataloknál és a Hírlapelőfi-
zetési és Lapellátási Iroda (Bp. XIII. Lehel
u. 10/a) közvetlenül vagy posta utalvá-
nyon, valamint átutalással a POSTA
BANK RT. 219-98636; 021-02799. Előfi-
zetési díj egy évre 42,-Ft.
Megjelenik: évente hatszor

PERFEKTOR KFT. Nyomda

ISSN 0451-6419

Kérjük a Kartársakat, hogy
közlésre szánt cikkeiket
gépelve, két példányban
küldjék meg a szerkesztő-
ség fenti címére! - A papír-
lapnak csak egyik oldalára
kettes sortávolsággal írja-
nak! Egy-egy oldalra 30
sort gépeljenek! A sor
hossza 60 betűhely. A
cikkek terjedelme legfel-
jebb 4-5 gépelt oldal
legyen! A rajzokat, táblá-
zatokat külön lapon, meg-
felelő ábraszöveggel (alá-
írással) ellátva küldjék be!
Kérjük, tüntessék fel pon-
tos lakcímüket és személyi
számukat is!

Szerkesztőség

A SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Dr. Körner Miklósné, Michalovszky Csabáné,
Szabó Lászlóné, dr. Rozgonyi Jánosné,
dr. Pálfalvi Aladárné, Pfeiffer Ádám,
dr. Szűcs László

TARTALOM

<i>dr. Andrej Burewicz - dr. Dedk György: A televízió szerepe a kémia tanárok képzésében Lengyelországban</i>	65
<i>Victor András: A Brønsted-elmélet tanításának kérdései</i>	68
<i>Orsós Piroska - Samu János: A XX. Nemzetközi Kémiai Diákolimpia elméleti feladatainak megoldásai</i>	77
<i>Orsós Piroska - Samu János: A XX. Nemzetközi Kémiai Diákolimpia gyakorlati feladatai</i>	87
<i>Rózsahegyí Márta - Őri Annamária: Új demonstrációs kísérletek I.</i>	90
<i>Rózsahegyí Márta - Őri Annamária: Új demonstrációs kísérletek II.</i>	99
<i>Erdősiné dr. Gáspár Margit - dr. Halblender Anna: Tanítsuk a kémiát kísérleti alapon!</i>	106
<i>Pick György: Kémiatesztek a hetedik és nyolcadik osztályban</i>	107
<i>Szunyoghné Révbíró Judit: A Calderoni (volt Tanért) Műszer- Taneszközyártó és Forgalmazó Vállalat bemutatja új termékét</i>	109
<i>iff. Mikó Sándorné: Csoportképzési módszerek kémiai tanulókísérletek végeztetéséhez</i>	111
<i>Tankönyvismertetés (dr. Pfeiffer Ádám: Kémia a gimnázium II. osztálya számára)</i>	115

A televízió szerepe a kémiatanárok képzésében Lengyelországban

Nevelési rendszer Lengyelországban. A kémiatanárok képzésének rendszere. A kémia didaktikája mint tantárgy a felsőoktatási intézményekben, a televízió didaktikai eszköz a tanárképzésben.

Lengyelországban a gyerekek hatéves korban kerülnek az iskolába. Az első év az ún. „zéró év”, amikor is a gyerekek megszokják az iskola rendjét, fegyelmét. A hetedik életévtől kezdődik a tanítás. Mindez nyolc évig tart az általános iskolában, és a 7–8. osztályokban a kémia kötelező tárgya. Majd az általános iskola befejezése után a fiatalok, de mindenekelőtt a szülők megválasztják gyermeküknek a középiskolát. Ez lehet szakiskola, amely 4 vagy 2–3 éves, vagy líceum, amely 4 éves.

A szakiskolákban kémiát igen alacsony óraszámban tanítanak, kivétel természetesen a szakirányú, a kémia profilú iskolatípus, pl. a vegyipari technikum.

Az általános képzést adó líceumokban a kémiát az első három évben tanítják.

A középiskola befejezése és az érettségi megszerzése után a maturandusok felsőfokú tanulmányokat választhatnak, amelyek egyetemeken esetében öt, főiskolákon négy évesek. A tanári pályára készülők végzés után az adott szakból *magisteri címet kapnak*. Aki megszerezte a magisteri címet, többek között kémiából, bármilyen iskolatípusban taníthatja a tantárgyat.

A kémiatanárok képzése kettős rendszerben: három főiskolán és tíz egyetemen történik. Mind a két képzési formában a pszichológiai-didaktikai képzés kötelező óraszámja azonos: 90 óra pszichológia, 90 óra pedagógia, 120 óra a kémia didaktikája. Ebben a *tantárgyblokkban* a hallgatók (egyetemtől, főiskolától függetlenül) *minimum 300 óras foglalkozáson vesznek részt*. A fenti foglalkozásokon kívül a hallgatók általános és középiskolákban tanítási gyakorlatokat végeznek, nyolc héten át.

A kémia didaktikája c. tárgy az egyetemeken többségében a III., IV., V. évfolyamon szerepel a következő elosztásban: 30 óra előadás, 30 óra szeminárium, 60 óra gyakorlat. Az előadások, gyakorlatok és szemináriumok számának meghatározását és elosztását az intézmény oktatóegységére bízzák. A minisztérium a minimális óraszámot határozza meg, amit az egyes intézményeknek joguk van növelni.

A kémiaórák önálló vezetésének követelménye, amelyet a jelölteknek kell teljesíteni, a tantárgypedagógust arra kötelezi, hogy olyan módszereket, didaktikai eszközöket alkalmazzon, amely lehetővé teszi a hallgatók optimális felkészítését a pedagógus munkára. Intézményünkben (Poznan) nagy figyelmet fordítottunk a *zárláncú televízióra*. Egyrészt felhasználtuk a „mikrotanítások” rögzítésére, ahol a hallgató néhány perces órarészletét vettük fel, amikor a tanulókat a hallgatók évfolyamtársai helyettesítették. Ezek a foglalkozások az egye-

temen a kémia tanítás gyakorlati óráin zajlottak. A megtartott órarészlet azonnali megismétlése lehetőséget ad, hogy konstruktív, alkotó vita alakuljon ki az órát tartó hallgató és kollégái, valamint az oktató között, s ez életszerű diszkusszióval záruljon. A videomagnós felvételek minden hallgatót arra kényszerítenek, hogy önkritikusan szemlélje a saját munkáját, és arra készíti, hogy módszertanilag egyre jobb megoldásokat keressen. Azokat a hallgatókat, akik ezzel a szisztémával dolgoztak, tesztfeladattal ellenőriztük. Bebizonyosodott, hogy pedagógiai képességeik fejlődtek, hogy ezen módszer alkalmazása hasznos volt. A módszer célszerűségét látszik igazolni a mentorok véleménye is.

A másik módszer: a zárláncú televízió használata a pedagógusok képzésében, 20-25 perces programok rögzítése videomagnó szalagon. Ezek a felvételek a kémia tanítás alapkérdéseit illusztrálják. A VHS szisztémával rögzített programok kidolgozott forgatókönyvek alapján készültek pozítani intézetünkben. A programok meghatározott témacsoportot mutatnak be. Így megkönnyítik a szemléltetést, az előadások megértését a kémia didaktika tantárgy keretében. Az információhordozókat az intézet dolgozói (Kémiai Didaktikai Intézet) gyakorlatban is kipróbálták a kémiai didaktika tananyagának feldolgozása során. A programok jól használhatók előadáson, gyakorlaton, szemináriumon, alkalmazhatók a levelező oktatásban, posztgraduális képzésben, a Pedagógiai Továbbképző Intézetek munkájában, tanárok, hallgatók önálló munkájában.

A programok témái a következők:

1. A kémia didaktika tárgya (bevezető)
2. A tanár felkészülése az órára
3. A szóbeli előadás
4. A probléma megfogalmazása és megoldása
5. A programozott oktatás
6. Tanári bemutatás
7. A tanulók kísérlet
8. A modellek
9. Az írásvetítő használata
10. Kémiai számítási feladatok
11. Az órán kívüli foglalkozások
12. Iskolai higiénia

Az itt bemutatott videomagnós programok *mellékletei* lehetnek a „Kémiai didaktika” című audiovizuális tankönyvnek. Ez a tankönyv nagy körültekintéssel készül, és arra számítanak szerzői, hogy fontos szerepe lesz majd ezen eszközrendszernek a kémiai didaktika képzésében.

A kémiai didaktika tantárgy alaptudománya a kémia, valamint a humán tudományok (pedagógia, általános didaktika és pszichológia), melyek többségét verbális metódussal sajátítják el tanítványaink. A tárgy oktatása során, megbeszélésekor (pl. a tanítási módszerek bemutatásakor) gyakran hivatkozunk a hallgatók elméleti ismeretére és korábbi iskolai élményeire, az óralátogatásokra. Ez a módszer kevésbé hatékony, hiszen minden hallgatónak más-más a tapasztalata, iskolai élménye.

A hospitálások nem érik el mindig a kitűzött célt, annak ellenére, hogy tapasztalt tanárok vezetik a gyakorlóiskolai foglalkozásokat. Az a tény, hogy az órán jelen van nyolc-tíz személy (hallgató, asszisztens), hogy a bemutató tanárnak előre megjelölt feladatokat (módszereket, eljárásokat) kell realizálni a hallgatói csoport szükségleteinek megfelelően, mérhetetlenül nehezíti helyzetüket, munkájuk határfokát csökkenti.

A fentebb említett okok arról győzték meg bennünket, hogy körültekintően kell eljárni a televíziós programok felvételekor.

A programok témáit és elveit a következőkben foglaltuk össze:

— A *bevezető program* ismerteti a tárgy függőségét más tudományoktól. Időrendi sorrendben mutatja be a kémiai didaktika történetét. E fejezetet szükségessé tette a program teljessége, melynek bemutatásakor felhasználtuk az ikonografikus anyagot. Ennek bemutatására a televízió igen alkalmas.

— „*A tanár felkészülése az órára*” című programban bemutatjuk a hallgatóknak kötetlen beszélgetésben a felkészülés minden elemét. Tapasztalat, hogy tanár és hallgató között munkatársi kapcsolat jön létre. Bemutatunk óravázlatokat, amelyet minden tanárnak készíteni kell, különös figyelmet fordítunk a kísérletek tervezésére, integráns elemét képezik minden vegytanórának.

— „*A szóbeli előadás*” a közlőképesség fontos része a tanár személyiségének. Beszédgyakorlatokkal, szituációk megteremtésével fejlesztjük a kifejezőkészséget. A magnetofon alkalmazása önvizsgálatra inspiráló, segít a gátlások legyőzésében, a tipushibák feltárásában, javításában.

— „*A tananyag problémája*” című program bemutatja milyen lehetőségei vannak a probléma megfogalmazásának, a hipotézisalkotásnak, a verifikációnak, diszkusszióknak a kémia tanításában. A probléma felvetésének képessége, a hipotézis felállítása, majd ezek bizonyítása és a probléma megoldásának megfogalmazása a kémiatanítás fontos eleme, nemcsak egy adott órára vonatkozik, hanem témakörökre. A feladat módszeres megoldása a jövőendő szakmai munka fontos része.

— A „*Programozott oktatás*” fejezetét saját tapasztalatainkra építve alkottuk meg. Azok a nehézségek, amelyekkel az iskolai órákon találkoztunk, jelezték számunkra, hogy nem mindig meggyőzően használják e módszert. Nem a megfelelő tematikus előzmények után, nem a megfelelő időszakban, nem megfelelő terjedelemben alkalmazzák a programozott oktatást. Az előzmények ellenére nem vitatjuk a módszer helyességét. A program első részében bemutatjuk a programozott oktatás fajtáit, beszélünk az alkalmazás feltételeiről, majd bemutatunk egy kémiaórát, melyet ezzel a módszerrel vezetünk.

— „*A tanári bemutatás*” fontos eleme a kémia tanításának, éppen ezért ebben a programban prezentáljuk a tanár felkészülésének részletes fázisait. Felhívjuk a figyelmet a bemutató kísérletek biztonságára, a kísérletek kipróbálásának fontosságára.

— „*A tanuló kísérletek*” szerepét nehéz túlbecsülni a kémiatanításban, éppen ezért ezt a kérdést sokoldalúan és részletesen hozzuk a bemutató programban, amely ismerteti a tanuló kísérlet szerepét a kémiaórán.

— A „*Modellek*” című programban bemutatjuk a modellek különböző fajtáit, főképpen a háromdimenziójú materiális modelleket. Bemutatjuk a kémiaórán a modellezés vezetését, hangsúlyozzuk, hogy a foglalkozásokon sokféle modellt kell alkalmazni, hogy a materiális modell eszköz a tantárgy tanításában, az eszmei modell kialakításában.

— Napjainkban az *írásvetítő* igen népszerű didaktikai eszköz, a tábla, a kréta után *használat*a a legelterjedtebb. A gyakorlatvezetők és mentorok megfigyelése, hogy a hallgatók az írásvetítőt jelentéktelen mértékben hasznosítják, alkalmazásában bátoratlanok. Ezért a programban bemutatjuk az írásvetítő használatának lehetőségeit, módját és feltételeit, bemutató a képszerkesztés szabályait, s annak alkalmazását fölírja. Nem feledkezünk meg arról sem, hogy az írásvetítő jól alkalmazható demonstrációs kísérletek látványossá tételében.

— A kémia tanításában fontos elem a *jelenségek kvantitatív értelmezése, a feladatmegoldás*, és így az ellenőrző feladatok megírása. A feladatmegoldó készség kialakítása didaktikai feladat. Ezzel kapcsolatos módszertani tanácsokat gyűjtöttünk össze az „*Ellenőrző feladatok*” című programban. A számítással egybekapcsolt feladatok megoldásmódjait mutatjuk be. Nagy figyelmet fordítunk az algoritmusok alkalmazására és a Pólya-módszerre.

— A kémia tanárok képzésének fontos eleme, hogy hallgatóink megtanulják az órán kívüli foglalkozások jelentőségét. A szakkörökben sok iskolai tanuló – jövő szakmájával kapcsolatban – jut el határozásra. Számunkra, kémikusok számára fontos dolog, hogy az általános vagy középiskolában feléledjen a hivatás utáni vágy. E célt kell szolgálnia az órán kívüli foglalkozásoknak. A tanár és diák közös kísérletező tevékenységének attraktív szerepe van a kémiai szakmai érdeklődés felkeltésében. Ezeknek a foglalkozásoknak formáit, azok vezetésének módszerét mutatja be az „*Órán kívüli foglalkozások*” című program.

— Az utolsó program beszélgetés az iskolai nővér (egészségügyi gondozó) és tanár között, a kulcskérdés a *tanulói és a tanári munka higiéniájával* foglalkozik.

A bemutatott programok végső eredményét mutatják annak a többirányú munkának, amely sokoldalúan szolgálja a kémiai didaktika szemléltetési szükségleteit. Az első korszakban minden témát forgatókönyv formájában, két verzióban dolgoztunk ki. Az így létrejött programokat átadtuk lektorálásra, az ellenőrzött és bírált verziókból alakult ki a végleges forma, amely verziót VHS-rendszerben rögzítettünk.

Úgy gondoljuk, hogy a bemutatott programok segítik a kémiai didaktika tanítását. Reméljük, felkelti az érdeklődését más felsőoktatási intézményeknek e hatékony eszközrendszer alkalmazására, melyet a pozneri egyetem Kémiai Didaktikai Intézetének munkaközössége dolgozott ki.

VICTOR ANDRÁS

főiskolai docens

Budapest

A Brönsted-elmélet tanításának kérdései

1. Történeti előzmények

Az 1978-as tantervi reform óta az általános iskolában *Brönsted* elmélete alapján tanítjuk a sav-bázis reakciókat. Nem mondhatjuk, hogy a *Brönsted*-elméletet tanítjuk – hanem csak azt, hogy annak alapján tanítunk –, mert ezt az elméletet nagyon leegyszerűsítve tárgyaljuk a gyerekekkel. Nem beszélünk például egyensúlyi helyzetéről; azt sem hangsúlyozzuk, hogy ezek a reakciók (mint egyébként minden más kémiai reakció) megfordíthatók; nem tárgyaljuk az ún. sav-bázis párokat. Az elméletből csak annak magvát őriztük meg, vagyis azt, hogy a reakciót protonátadásként értelmezzük.

Kérdés lehet, hogy a tantervet kidolgozó bizottság (melynek egyébként valamennyi tanárképző főiskola képviselője a tagja volt) miért döntött annakidején úgy, hogy a *Brönsted*-elméletet kell tanítani a „jól ismert” *Arrhenius*-elmélet helyett. Ennek elsősorban szakmai okai vannak. Dr. Szűcs László, az egri tanárképző főiskola kémiai tanszékének vezetője akkor a következőket írta erről:

„Közismert, hogy ma már sok ország általános és középiskoláiban egyre korszerűbb atomszerkezeti ismereteket oktatnak. Ezen az alapon tárgyalják többek között a kémiai kötés, az elektronegativitás, az energia stb. fogalmát. Gyakori azonban, hogy a sav-bázis elméletet a klasszikus és elavult *Arrhenius*-féle szemlélet alapján tanítják. Természetes, hogy egy olyan fontos kémiai kérdést, mint a sav-bázis fogalom, az oktatásban is korszerű alapokra kell helyeznünk, és meg kell ismertetni tanítványainkat *Brönsted* és *Lowry* (1923) elméletével.” (1).

„Arrhenius elméletének tarthatatlanságát” részletes szakmai okfejtéssel indokolja ugyanez a tanulmány. Az tehát egyértelmű volt, hogy nem maradhatunk az Arrhenius-elméletnél; annál korszerűbb értelmezésre van szükség. Tudnunk kell, hogy számos sav-bázis elmélet született Arrhenius óta, s ezek közül nem is a Brönsted-féle magyarázat a legmodernebb – ami már csak azért sem meglepő, hiszen ez sem új: 1923-ban publikálták. A Pearson-, a Lewis-, az Uszanovics-, az oldószerion-elmélet és más elméletek helyett azért esett a Brönsted-elméletre a választás, mert ez egyszerűbb, áttekinthetőbb, mint amazok.

2. Arrhenius és Brönsted elméletének összevetése

Arrheniusnál a sav és a bázis lényegében független egymástól, azaz egy sav önmagában is sav, nem szükséges ehhez bázis (és viszont). Brönsted elmélete viszont dialektikus, hiszen itt sav csak egy bázissal szemben lehet valami; a két ellentétes fogalom csak egységben, együtt értelmezhető.

Arrhenius vegyületeket nevez savnak (illetve bázisnak); az ő sav- és bázisfogalma tehát statikus a szónak abban az értelmében, hogy kémiai reakciótól (azaz változástól) függetlenül értelmezi ezt a két fogalmat.

Brönsted elmélete ehhez képest dinamikus, hiszen a savat és bázist mindig kémiai reakcióban (azaz változás közben) értelmezi; nála a sav és a bázis nem vegyület, hanem reakcióban való „viselkedésforma”.

Végül az is a Brönsted-elmélet javára szól, hogy tágabb értelmezésű az Arrhenius-elméletnél, általánosabb annál. (Egyébként a fentemlíttett egyéb sav-bázis elméletek között van még tágabb értelmezésű is.)

Az Arrhenius-elméletnek is van azonban két óriási előnye; az egyik a megszokottsága, a másik pedig az, hogy kémiai szaknyelvünk is ennek az elméletnek megfelelően alakult ki. Szakszavaink az Arrhenius-féle fogalomrendszernek felelnek meg. A Brönsted-féle értelmezés és az azzal összhangban nem lévő szakszavaink közti nyelvi „diszharmónia” komoly gond, hiszen nem változtathatjuk meg a nyelvet „központi intézkedéssel”. Ezért számítanunk kell arra, hogy ugyanazon szavak régi és megváltozott értelme még esetleg sokáig zavarni fogja egymást. Ezekről a nyelvi gondokról az alábbiakban még részletesen lesz szó.

Nyilván ezek a gondok – és a belőlük fakadó tanítási nehézségek – okozták, hogy a gimnáziumi kémiatankönyvek az 1977-ben induló tartalmi reform után néhány évvel visszatértek (legalábbis részben) az Arrhenius-féle értelmezésre. A ma használatos gimnáziumi könyv szerint „a savak olyan vegyületek, amelyek molekulája a vízmolekulának protont képes átadni”, s ugyanakkor „a bázisok olyan hidroxidvegyületek, amelyek, ha vízben oldódnak, hidroxidionokat juttatnak az oldatba, tehát az oldatot lúgos kémhatásúvá teszik.” (2)

Ez felemás megoldás, hiszen a sav definíciójában még megtartja a Brönsted-féle értelmezést (bár csak részben és „arrheniosítva”), a bázisokat azonban már egyértelműen Arrhenius szerint határozza meg. Véleményünk szerint ez sem szakmailag, sem pedagógiaileg nem szerencsés. Szakmailag azért nem, mert végül is mindkét elmélet koherens és egységes önmagában, de egymással inkompatibilisek, tehát nem ötvözhető.

Pedagógiaileg azért nem értünk egyet ezzel a „hibrid” magyarázattal, mert tudjuk, hogy a Brönsted-elmélet tanításának nehézségét nagyrészt az okozza, hogy a tanárok fejében keveredik a megszokott és (a maga kontextusában) megértett Arrhenius-elmélet az új – és egészen másként gondolkozó – Brönsted-elmélettel. S mindezt még nehezíti az a fentemlíttett nyelvi gond, hogy az esetenként megszokott szóhasználatunk is ellentmondásba kerül az újjal. Ha azonban a két elmélet keverését még a tankönyv is erősíti, akkor – véleményünk szerint – a tanárok és tanítványaik gyakorlatilag megoldhatatlan helyzetbe kerülnek.

Az általános iskolai kémiakönyvek ezzel szemben következetesen *Brönsted* szerint fogalmaznak: „Azokat az anyagokat, amelyek protont adnak át, savaknak, amelyek protont vesznek fel, bázisoknak nevezzük.” (3,4) Ezzel lényegében megtartják a Nevelési és Oktatási Terv „előírásait”, miszerint „a sav és bázis fogalma: (az adott reakcióban) protonleadás, illetve felvétel”. (5) Azért írtuk fentebb azt, hogy „lényegében”, mert egy kis – de lényeges – eltérés azért itt is van; nevezetesen az, hogy a tankönyvi definícióban az anyag, a vegyület hangsúlyos, a tantervi meghatározásban viszont ennek az anyagnak egy adott reakcióban való viselkedése. (L. ezzel kapcsolatban fentebb az *Arrhenius*- és a *Brönsted*-elmélet összevetését!)

A kétségtelenül kusza helyzet tisztázásának kulcsát abban látjuk, hogy következetesnek kellene lennünk mind a *Brönsted*-elmélet használatában, mind a *sav* szó különböző jelentéseinek világos elhatárolásában.

3. A sav szó három jelentése

A *sav* szót ma legalább háromféle értelemben használjuk kémiaórán (s tulajdonképpen ez okozza a nehézségeket!). Ezek a következők:

1. Sav = „savként viselkedik” (azaz protont ad át); ez a *Brönsted*-féle értelmezés.
2. Sav = bizonyos „vegyületek neve”, pl. sósav, kénsav, sóskasav, sztearinsav stb. Ez nagyjából az *Arrhenius*-féle fogalom, de nem egészen, hiszen pl. a sztearinsav – nem oldódván vízben – nem is disszociál H^+ -ra és anionra, így nem is lehet sav *Arrhenius* szerint, hiába szerepel a nevében (analógiás logikával) a *sav* szó. (*Brönsted* szerint lehet sav, ha megfelelő reakciópartnerrel – pl. hidroxidionokkal – kerül szembe.)
3. Sav = „savas kémhatású oldat”, lényegében függetlenül attól, hogy honnan származik ez a savas kémhatás.

Nézzünk egy-egy példát mindhárom esetre! Ha pl. azt mondjuk, hogy „a víz az ammóniával szemben sav”, akkor ezt az 1. értelemben mondjuk, azaz viselkedésnek (=protonleadásnak) értelmezzük. Az esetleges félreértéseket el is kerülhetjük, ha az ilyen esetekben „sav” helyett azt mondjuk, hogy „savként viselkedik”. Ez ugyan hosszabb, de legalább egyértelmű.

Ha arról beszélünk, hogy „fémek reakciói savakkal”, akkor a 2. értelmezésről van szó. Itt ugyanis ...savnak nevezett vegyületekre gondolunk, nevezetesen híg és tömény sósavra, kénsavra, salétromsavra stb. A híg savak azonban ebben a fajta reakcióban tulajdonképpen csak az oldatban lévő oxóniumionokkal vesznek részt, így tehát a 3., a kémhatásra utaló értelmezés is szerepet kap abban a kifejezésben, hogy „fémek reakciói savakkal”. Ez a kifejezés egyébként már azért sem lehet a *Brönsted*-féle jelentés, mert ezek nem is sav-bázis reakciók, hanem redoxifolyamatok.

Határozottan meg kell különböztetnünk a „híg savak”, valamint a „tömény kénsav (illetve salétromsav)” fémekkel való reakcióit egymástól. Az előző esetekben nincs jelentősége annak, hogy híg sósavról, híg kénsavról vagy híg salétromsavról stb. van szó, hiszen csak az a kérdés, hogy az adott fém atomjai tudják-e redukálni a savas kémhatású oldat (3. jelentés) H^+ , azaz H_3O^+ -ionjait elemi hidrogénné.

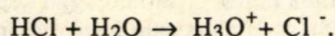
Mivel ezekben a reakciókban az oldat anionjainak nincs szerepe, nyugodtan fogalmazhatnánk úgy is, hogy ezek „fémek reakciói savas kémhatású oldatokkal”, vagy rövidebben: „fémek reakciói savas oldatokkal”. Ha a reakció kémiai lényegére akarunk utalni, akkor ugyanezt így kellene fogalmaznunk: „fémek reakciói oxóniumionokkal”. Sőt: mivel ezek redoxi-reakciók, tovább egyszerűsíthető a fogalmazás, ha eltekintünk attól, hogy a proton a vizes oldatokban soha nem lehet „csupaszon”, s egyszerűen azt mondjuk, hogy „fémek reakciói hidrogénionnal”. Ezekről pedig már könnyű belátni, hogy pontosan olyan redoxifolyamatok, mint amilyeneket a fémek „jellemzősségi sorának” segítségével szoktunk elemezni, s ame-

lyekről annak segítségével döntjük el, hogy végbemennek-e, vagy sem. A „jellemzősségi”, azaz redoxpotenciál-sorban a hidrogéntől „balra álló” fémek képesek redukálni a savas oldat oxóniumionjait (=hidrogénionjait) elemi hidrogénné. Amikor tehát pl. cinket sósavoldatba teszünk hidrogénfejlés céljából, akkor lényegileg az történik, hogy a cinket oxóniumionokkal (azaz hidrogénionokkal) reagáltatjuk.

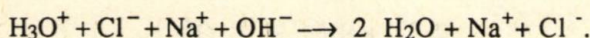
Ettől a fajta redoxreakciótól alapvetően különbözik az, amikor pl. a réz reagál tömény salétromsavval. Ez utóbbi ugyan szintén redoxreakció, de nem olyan, mint a fent említett „jellemzősségi sor” alapján értelmezhető atom/ion átalakulásos redoxreakciók. Itt semmi jelentősége nincs annak, hogy a salétromsavnak van-e savas kémhatása (3. jelentés), s az sem játszik szerepet, hogy a salétromsavnak nevezett anyag (2. jelentés) erősen hajlamos arra, hogy megfelelő partnereknek protonokat adjon át (1. jelentés). Itt most csak annak van jelentősége, hogy a salétromsav-molekula oxidálószer, amely bomlása közben oxidálja a réz-atomot. Ez a fajta oxidálás a tömény salétromsavnak egyedi, speciális sajátossága, amit nem célszerű a „cink + sósavoldat”-típusú reakciókkal együtt tárgyalni.

Ha az alumínium amfoter sajátosságát úgy fogalmazzuk, hogy „savakkal és lúgokkal is reagál”, akkor a 3., a kémhatásra utaló jelentésében használtuk a *sav* szót, hiszen az Al pl. az ammónium-nitrát oldatával is reagál, mivel az savas kémhatású a hidrolízis következtében. (Egyébként az alumíniumnak az oxóniumionokkal és hidroxidionokkal való reakciója is redoxreakció.)

Nézzük végig, hogy hol milyen értelemben használjuk a *sav* szót, amikor pl. arról beszélünk, hogy hidrogén-kloridot vezetünk vízbe, s a kapott sósavoldatot közömbösítjük nátrium-hidroxid-oldattal!



Itt a HCl savként viselkedik (1. jelentés) a vízzel szemben. A kapott oldatot *sósav*-nak nevezzük (2. jelentés), s ennek az oldatnak az oxóniumionok túlsúlya révén savas kémhatása is van (3. jelentés).



Most a savas oldat oxóniumionjai viselkednek savként (1. jelentés) a hidroxidionokkal szemben: ugyanazok az H_3O^+ -ionok, amelyek a savas kémhatást (3. jelentést) eredményezték.

4. A protonátadás módja

Ha a savként, illetve bázisként való viselkedést protonátadásként /-átvételnként értelmezzük, akkor gyakorlatilag egy elemi részecske „sorsához” kötjük a sav, illetve bázis fogalmát. Lényegében véve tehát a Brønsted-féle értelmezés eleve korpuszkuláris szemléletű. Ebből az is következik, hogy ha pontosan és következetesen akarunk fogalmazni, akkor nem az anyagi halmazt kell savnak (bázisnak) neveznünk, hanem annak adott részecskéit. Pontosabb tehát az a fogalmazás, hogy „sav az a molekula (vagy ion), amely ...”, mint az, hogy „sav az az anyag, amely ...”

Bizonyos helyzetekben nem okoz gondot, ha ebből a szempontból nem különböztetjük meg az anyagot (azaz halmazt) annak részecskéitől. Ha pl. ammóniát buborékoltatunk vízbe, akkor joggal mondhatjuk, hogy „a víz savként viselkedik az ammóniával szemben”, bár a tényleges reakció nyilván egyes molekulák között zajlik le. A következetes Brønsted-féle fogalmazás tehát itt is az, hogy ebben a reakcióban „a vízmolekulák savként viselkednek az ammóniamolekulákkal szemben”.

A következő példában már nem ilyen egyszerű a helyzet. Ha pl. a sósavoldat és nátrium-hidroxid-oldat közömbösítési reakcióját úgy fogalmaznánk, hogy „a sósavoldat sav a nátrium-hidroxid-oldattal szemben”, akkor értelmezési gondjaink támadnának. Nem igaz ugyanis, hogy a sósavoldat viselkedik savként, hiszen az ott található oxóniumionok, kloridionok és vízmolekulák közül ebben a reakcióban csak az oxóniumionok játszanak szerepet, azok adnak le protonokat.

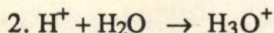
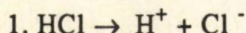
A többi entitás nem változik, nem reagál. Ugyanígy a nátrium-hidroxid-oldat nátrium-ionjai, hidroxidionjai és a vízmolekulák közül csak a hidroxidionok reagálnak, a többi nem. (Egyszerűség kedvéért eltekinthettünk attól, hogy a sósavoldatban is vannak hidroxidionok, s a lúgos oldatban is oxóniumionok.)

Igazából tehát nem a sósavoldat reagál, hanem a benne lévő oxóniumionok, s nem a nátrium-hidroxid-oldat reagál, hanem a benne lévő hidroxidionok. Pontos fogalmazás tehát az lenne, hogy „ebben a közömbösítési reakcióban sav a sósavoldat oxóniumionja, s bázis a nátrium-hidroxid-oldat hidroxidionja”.

* * *

Hogyan történik a proton átadása az egyik molekuláról a másikra? A 7. osztályos tankönyv (4) a következőket írja: „A vízmolekulák hatására a hidrogén-klorid-molekula poláris kötése felszakad. A kötő elektronpár a nagyobb elektronvonzású klóratom körül marad. Az oldatba vízburokkal körülvett kloridionok jutnak. Az elektronját veszített hidrogénatomból hidrogén-ion (H^+) marad, ami nem más, mint a hidrogén atommagját képező proton (p^+). Ez a proton a vízmolekula egyik, „szabad”, kötésben részt nem vevő elektronpárjához kapcsolódik.”

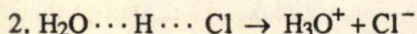
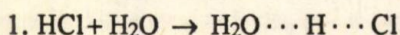
Ez a leírás azt a „képet” festi, hogy a reakció első lépése a HCl-molekula szétszakadása, a második a kapott H^+ -nak a vízmolekulához „tapadása”. Tehát egyenletekkel kifejezve:



Ez a „kép” azonban – bármennyire is szemléletes és megérthető – sajnos pontatlan. Végső soron ez is egyfajta örökség az Arrhenius-féle disszociációs értelmezésből. Annak alapján ugyanis valóban úgy fogalmaztunk, hogy a hidrogén-klorid disszociál (még hozzá jól disszociál) hidrogénionra és kloridionra. Ezt a tankönyv tulajdonképpen elfogadja, csak megtoldja azzal, hogy a kapott H^+ nem marad „csupaszon”, hanem egyesül egy vízmolekulával oxóniumionná.

Szakítanunk kellene ezzel a „képpel”. A valóságban ugyanis „csupasz” H^+ átmenetileg sincs. A folyamatban az a furcsa, hogy – bár protonátadás történik – a reakció során soha nem létezik önálló proton, azaz H^+ . Ma már tudjuk, hogy előbb alakul ki a HCl-molekula hidrogénatomjának protonja és a vízmolekula nemkötő elektronpárja közti kapcsolat, mint ahogy a HCl-molekula „elszakad”. Tehát nemhogy szabad proton nincs (még átmenetileg sem!), hanem éppen fordítva: olyan proton van, amely – átmenetileg – egyszerre két helyre is kötődik, a klóratomhoz is (még) és az oxigénatomhoz is (már).

Egyenletekkel kifejezve tehát a valóságos folyamat a következő:



Átmeneti hidrogénion helyett tehát inkább átmeneti komplex szerepel a sav-bázis reakciókban. Az természetesen külön megvizsgálendő, hogy 13-14 éves gyerekek számára tanítható-e ilyen átmeneti „komplex”, s ha igen: hogyan. Föltételezzük, hogy semmivel sem lenne nehezebb a gyerekek számára egy ilyen kettős kötődést megérteni, mint az, hogy a HCl-molekula kötése „aszimmetrikusan” hasad, vagyis hogy a hidrogénatom az elektronját „odahagyva” szakad le a molekuláról. Valószínűleg inkább csak arról van szó, hogy nekünk tanároknak nehéz az áttérés a disszociációs „kép”-ről a kettős kötődéssel való értelmezésre.

Gyakran találkozhatunk az alábbi megfogalmazásokkal: „a hidrogén-klorid vizes oldata a sósav”; „a kénsav a vízben oldódáskor protont ad át a víznek” stb. Ezekben a mondatokban egy közös gond van, ez pedig az „oldódás”. Véleményünk szerint ez a fajta fogalmazásmód is az Arrhenius-elméletből származó örökség. Az a gondolat van ugyanis mögötte, hogy a HCl a vízbe vezetés után is HCl, a kénsav a vízbe tétel után is kénsav marad, csak disszociált állapotban. Aki így fogalmaz, az tulajdonképpen nem tekinti kémiai reakciónak ezt a folyamatot, hanem csak oldódásnak és disszociációnak, vagyis fizikai – vagy legfőljebb fizikai-kémiai – folyamatnak.

Márpedig ez sav-bázis *reakció*; a kémiai reakciók pedig olyan változások, amelyekben „más anyagot” kapunk. Mindenki számára evidens, hogy pl. a víz elektromos árammal való bontása kémiai reakció, tehát a keletkezett anyagok egészen mások, mint a kiindulási anyag. Senkinek sem jutna eszébe a kapott hidrogént és oxigént víznek – vagy akár „megváltozott víznek” – nevezni. Nem így van azonban a fentemlített sav-bázis reakciókkal kapcsolatban. Hiszen mindennapos szóhasználatunk az, hogy ha kénsavat vízbe öntünk, akkor „híg kénsavat” kapunk, ha oxálsavat vízbe teszünk, akkor „oxálsavoldatot” kapunk stb. Tehát úgy fogalmazunk, mintha közben nem történt volna kémiai reakció.

Pedig a kénsav – elegendő víz jelenlétében – gyakorlatilag maradéktalanul reakcióba lép a vízzel, ily módon az a „furcsa” igazság, hogy a „híg kénsav” már nem kénsav, hiszen közben kémiai reakcióban vett részt, tehát megváltozott.

Mégis azt kell mondanunk, hogy a kénsav vízzel való reakciójával kapott oldatot a jövőben is „híg kénsavnak”, „kénsavoldatnak” kell neveznünk. Ha az oxónium- és szulfátionokat tartalmazó vizes oldatra lenne egy külön szavunk, akkor könnyebben ki tudnánk fejezni, hogy itt nem fizikai oldódásról, hanem kémiai reakcióról van szó. Ilyen külön szavunk azonban nincs, tehát érthetően az a javaslatunk, hogy használjuk a jövőben is a „kénsavoldat” kifejezést, de amikor ezt a szót kimondjuk, mind magunk, mind tanítványaink számára legyen világos, hogy ebben az esetben kémiai reakció útján kapott oldatról van szó.

Magára a folyamatra azonban lehetőleg ne mondjuk, hogy „oldódás”, hiszen reakció.

Pontos fogalmazás szerint tehát a HCl nem oldódik vízben, hanem reagál azzal (természetesen oldódik is – mármint fizikailag –, de mi most nem azt vizsgáljuk); a sósav nem a hidrogén-klorid „vizes oldata”, hanem „HCl és H₂O reakciójával kapott oldat”; s a kénsav sem oldódáskor ad át protont, hanem a vízzel való reakciójakor.

Ezek a fogalmazásmódok kétségtelenül hosszabbak, s így kissé bonyolultabbak is a szokásosaknál; ez kétségtelenül hátrányuk. Viszont pontosabbak és egyértelműbbek; s ez pedig óriási előnyük.

5. A protonátadás föltétele

Mivel az előbb tárgyalt kettős kötődésre azok a hidrogénatomok képesek, amelyek elég polárisan kötődtek az „eredeti” molekulában (vagy ionban), tulajdonképpen megkaptuk annak a meghatározását is, hogy miféle entitások viselkedhetnek egyáltalán savként. Azok, amelyeknek van kellően polárisan kötött hidrogénatomja. (Ez gyakorlatilag a halogénatomokhoz, valamint az oxigén-, kén- és nitrogénatomhoz kötődő hidrogénatomokat jelenti.)

Polárisan kötött hidrogénatom nélkül egy adott molekula (vagy ion) nyilvánvalóan soha nem viselkedhet savként; de ugyanakkor nem biztos, hogy ilyen hidrogénatom megléte esetén feltétlenül savként viselkedik. Ez már a reakciópartnerétől függ. Meg kell tehát különböztetnünk az általában vett, s a konkrét „protonleadó képességet”. Nevezetesen: a vízmolekulának – poláris hidrogénatomjai révén – van egy általában vett protonleadó képessége, de ezt csak bizonyos helyzetekben tudja „érvényesíteni”; vannak olyan esetek, amelyekben a vízmolekula konkrétan „nem képes” protont átadni, mivel nincs, ami átvenné tőle, vagy éppen ellenkezőleg: valami más molekula „kényszeríti” a vízmolekulát protonfölvételre. Hidrogén-kloriddal reagálva pl. a vízmolekulák nem képesek protont leadni, bár az erre való általános képességük természetesen most is ugyanúgy megvan, mint mindig. Más példa: cinkkel reagálva a sósavoldatban lévő oxóniumionok nem képesek protont átadni – hiszen ez nem is sav-bázis reakció! –, bár az általában vett protonleadó képességük igen erős.

A fentiek alapján – mivel nem egyértelmű, hogy a „képes” szót mikor mire vonatkoztatjuk – célszerűnek tűnik megkülönböztetni a „savként való viselkedés képességét” és a „savként való viselkedést”. Ilyen értelemben a savat így helyes definiálnunk: „az a részecske (illetve anyag), amely az adott reakcióban protont ad át”. Vagyis a savfogalmat mindig az adott, konkrét reakcióra vonatkoztatva kellene értelmeznünk – Brønsted szellemének megfelelően.

Magától értetődő ugyanakkor, hogy egy adott entitás egy adott reakcióban csak akkor adhat át protont, ha erre megvan az általános képessége (azaz: kellően polárisan kötött hidrogénatomja), s ugyanakkor megvan a konkrét, realizálódó képessége is (azaz a megfelelő partner).

A bázisoknál is célszerű megkülönböztetni a bázisként való viselkedés általános képességét a konkrét viselkedéstől. Általában véve azt mondhatjuk, hogy bármely molekula (vagy ion) viselkedhet bázisként, ha van nemkötő elektronpárja, mivel „rátapad” a savként viselkedő entitás poláris kötött hidrogénatomjára. A tényleges bázisviselkedésre való képességet viszont nyilván az szabja meg, hogy milyen az adott reakciópartner.

6. A közömbösítés értelmezése

A gondot a közömbösítéssel kapcsolatban is az okozza, hogy keveredik egymással az Arrhenius- és a Brønsted-féle értelmezés. Arrhenius szerint a közömbösítés lényege: sav és bázis reagál, só és víz keletkezik. Eszerint tehát a sav-bázis reakció, a közömbösítés és a sóképződés ugyanazon folyamat három aspektusa, háromféle megközelítése.

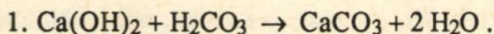
Brønstednél azonban egészen más a helyzet. Egyrészt itt a közömbösítés nem azonos sav és bázis egymásra hatásával, hanem csak a sav-bázis reakciók egyik fajtája (speciális esete); másrészt sav és bázis reakciójakor itt nem só és víz keletkezik, hanem másik sav és másik bázis.

Nézzük először ez utóbbit! NH_3 és H_2O reakciójában NH_4^+ és OH^- keletkezik, amelyek „visszafelé” reagálva szintén savként, illetve bázisként viselkednek. Ezért beszél a Brønsted-elmélet sav-bázis párokról. Ebben az elméletben nem szerepel a sófogalom. Ez nem azt jelenti, hogy Brønsted tagadja a sók létét, hanem csak azt, hogy nem foglalkozik velük, mert nem kapcsolódnak a sav-bázis reakciókhoz.

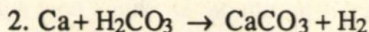
A sót tehát mint vegyületcsoportot kell tárgyalni, nem pedig mint egy reakció (sót: reakcióút) eredményét.

A probléma gyökere ott keresendő, amiről már a tanulmány elején szó volt, hogy ti. Arrhenius szerint a sav és a bázis vegyületcsoport, Brønsted szerint viszont viselkedés. A vegyületcsoportok nyilván származtathatók egymásból, de ugyanilyen nyilvánvaló, hogy nem vezethetők le reakciókban mutató tulajdonságokból. Ezért van az, hogy Arrheniusnál a sók a savakból és bázisokból származnak, Brønstednél viszont nincs egymáshoz „közük”.

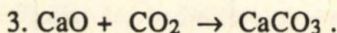
Nézzük meg, hogy pl. a CaCO_3 mint só mifajta reakciók során keletkezhet!



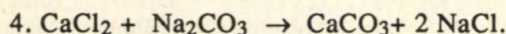
Ez a folyamat *Arrhenius* és *Brönsted* szerint is értelmezhető *sav-bázis* reakciónak. *Brönsted* szerint az a lényege, hogy a szénsav(oidat) oxóniumionjai protonokat adnak át a hidroxidionoknak, s így azokból vízmolekulák keletkeznek. Ettől a (*Brönsted*-féle) *sav-bázis folyamattól függetlenül* még az is történik, hogy az oldatban összetalálkozó kalciumionok és karbonátionok összekapcsolódnak kalcium-karbonáttá. De ennek – ismét hangsúlyozzuk – semmi köze a lezajló sav-bázis reakcióhoz. Ha ugyanezt $\text{Ca}(\text{OH})_2$ helyett pl. NaOH -dal végezzük, akkor a sav-bázis reakció pontosan ugyanaz lesz, de nem képződik mellette só, hiszen – ahogy ezt nagyon helyesen szoktuk mondani – „a Na^+ -ok és a CO_3^{2-} -ok nem vesznek részt a reakcióban”.



Ez *redoxireakció*; a kalcium oxidálódik, a hidrogén pedig redukálódik.



„Klasszikus” *egyesülési* folyamat, melyben semmiféle részecskeátmenet nincs, tehát nem redoxi- és nem sav-bázis reakció.



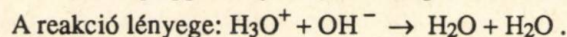
Ez úgynevezett *csapadékképződési* reakció. Jól látható, hogy a só képződése szempontjából ez a reakció pontosan ugyanaz, mint az első egyenlet; itt is az történik, hogy az oldatban találkozó Ca^{2+} - és CO_3^{2-} -ionok összekapcsolódnak egymással, s csapadék keletkezik.

A fenti négy folyamat mindegyikében keletkezett CaCO_3 . De a négy reakció közül csak az első sav-bázis reakció, s maga a só ott is csak a sav-bázis folyamat „mellett” keletkezett, s nem abban. Ezért nem foglalkozik a *Brönsted*-féle sav-bázis elmélet a sókkal.

Nézzük a közömbösítés és a sav-bázis reakciók viszonyát!

A 7. osztályos kémia tankönyv definíciója teljesen egyértelmű: a közömbösítés „olyan protonátmenettel járó reakció, melyben oxónium- és hidroxidionokból vízmolekulák keletkeznek”. A közömbösítés tehát sav-bázis reakció, hiszen protonátadás a lényege. De annak csak egy speciális esete, amelyben savként éppen a H_3O^+ -ion, bázisként pedig éppen a OH^- -ion szerepel. Ez pedig azért és annyiban speciális eset, hogy éppen az a két ion reagál egymással, amely a vizes oldatok kémhatásáért felelős.

Nyilvánvaló tehát, egy savas és egy lúgos oldat összeöntésekor a bennük lévő oxónium- és hidroxidionok sav-bázis reakcióba lépnek egymással, s így a kémhatás valamilyen mértékben (esetleg éppen teljesen) a semleges-közömbös helyzet felé tolódik el.



Ez teljesen szabályos *Brönsted*-féle sav-bázis reakció, melyben legfőljebb az a „furcsa”, hogy a keletkezett sav és bázis két egyforma molekula. Ez azonban nem nagyobb „furcsaság”, mint az, amikor a folyamat fordítottjaként azt tárgyaljuk, hogy a vízmolekulák *egymással* is sav-bázis kölcsönhatásba lépnek.

Még egyszer szeretnénk hangsúlyozni, hogy a közömbösítési folyamatban magához a *Brönsted*-féle reakcióhoz semmi köze sincs annak, hogy a reakciópartnerek az eredeti oldatokban „egyébként” bizonyos kémhatásokat okoztak.

7. A bázis szó jelentése

A *bázis* szóval szerencsére lényegesen egyszerűbb, könnyebb a helyzetünk, mint a *sav* szóval. Nézzük meg itt is a lehetséges három jelentést a *sav* szó jelentéseinek analógiájára!

1. Bázis = „bázisként viselkedik” (azaz protont vesz át); ez a Brönsted-féle értelme a szónak.

2. Bázis = „bizonyos vegyületcsoport neve”. Ez a névhasználat viszonylag könnyen elhagyható, elkerülhető, hiszen nincs feltétlenül szükség arra, hogy a nátrium-, kálium-, kalcium-hidroxidot stb. összefoglaló névvel „bázisoknak” nevezzük. Míg tehát pl. a kénsav neve akkor is kénsav, ha nem savként, hanem oxidálószerként szerepel (tehát nem tudjuk kikerülni a „sav” szócskát), a fém-hidroxidokkal kapcsolatban könnyen megtehetjük, hogy vegyület(csoport)ként nem nevezzük őket bázisnak, hanem csak a viselkedésüket értelmezzük bázisként. Persze ha pl. a nátrium-hidroxid bázisként viselkedik, akkor tulajdonképpen csak a hidroxidionjai reagálnak így, s a nátriumionoknak ehhez nem sok köze van. Ebből a szempontból itt is oda jutunk, mint a savak elemzésekor, hogy ti. pontosabb a korpuszkuláris (azaz atom-, illetve ionszintű) értelmezés, mint a halmazszintű.

Brönsted szerint fogalmazva nem a nátrium-hidroxid bázis, hanem csak annak hidroxidionjai, s azok is csak valamely konkrét reakcióban való viselkedésük alapján.

3. Mivel „bázisos kémhatást” nem mondunk („bázikust” esetleg, de azt is ritkán), helyette „lúgos kémhatásról” beszélünk, ebből a szempontból is egyszerűbb a helyzet, mint a *sav* szóval kapcsolatban.

Összességében tehát a *bázis* szó sokkal kevésbé problematikus, mint a *sav* szó. Itt alig-alig kell az esetleg megszokott szóhasználatunkon változtatni ahhoz, hogy ezt a szót csak a Brönsted-féle értelemben használjuk, s így elkerüljük a kétféle elmélet és kétféle szóhasználat keveredéséből származó nehézségeket.

Irodalom

- [1]. Dr. Szűcs László: A Brönsted – Lowry-féle sav-bázis elmélet és továbbfejlesztése. in: Az általános iskolai kémiatanítás korszerűsítése. OPI, 1977.
- [2]. Boksay – Török – Pintérné – Balázs: Kémia a gimnázium I. osztálya számára. Tankönyvkiadó, 1985.
- [3]. Kecskésné – Rozgonyiné: Kémia a 7. osztály számára. Tankönyvkiadó, 1986.
- [4]. Kiss Zsuzsa – Kecskésné – Rozgonyiné: Kémia a 8. osztály számára. Tankönyvkiadó, 1987.
- [5]. Az általános iskolai nevelés és oktatás terve, Kémia 7-8. osztály. Oktatási Minisztérium, 1978.

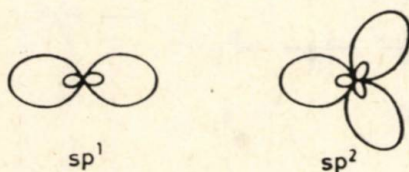
A XX. Nemzetközi Kémiai Diákolimpia elméleti feladatainak megoldásai

1. feladat

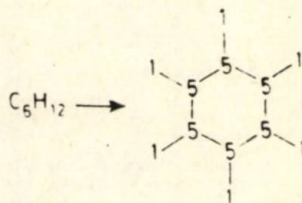
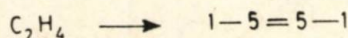
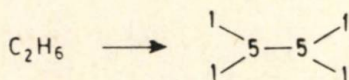
a) A síkországbeli periódusos rendszer:

1 $1s^1$											2 $1s^2$
3 $2s^1$	4 $2s^2$					5 $2s^2 2p^1$	6 $2s^2 2p^2$	7 $2s^2 2p^3$	8 $2s^2 2p^4$		
9 $3s^1$	10 $3s^2$					11 $3s^2 3p^1$	12 $3s^2 3p^2$	13 $3s^2 3p^3$	14 $3s^2 3p^4$		
15 $4s^1$	16 $4s^2$	17 $4s^2 3d^1$	18 $4s^2 3d^2$	19 $4s^2 3d^3$	20 $4s^2 3d^4$	21 $4s^2 3d^4 4p^1$	22 $4s^2 3d^4 4p^2$	23 $4s^2 3d^4 4p^3$	24 $4s^2 3d^4 4p^4$		

b)



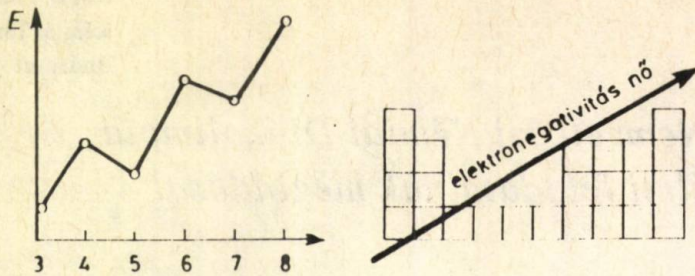
A szerves kémia alapeleme az 5. rendszámú elem.



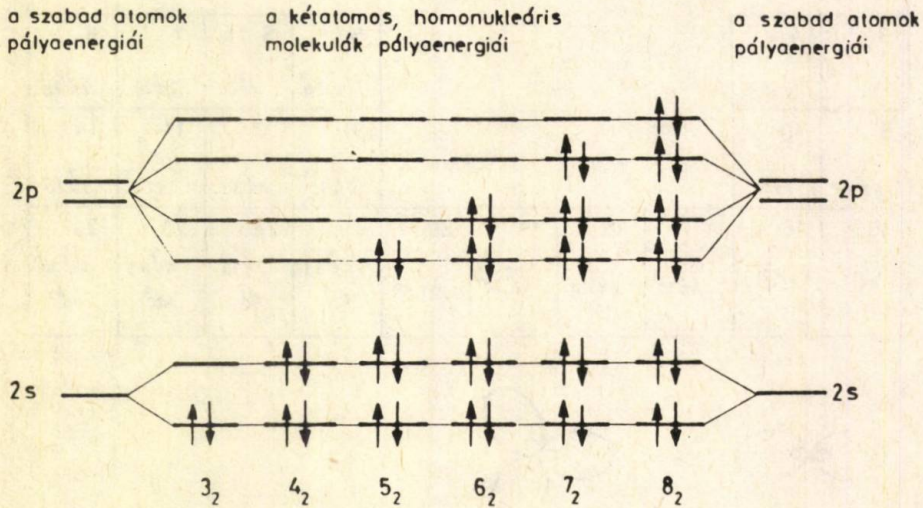
Aromás vegyület nincs.

c) Szextettszabály és 14-elektronos elv.

d) Az ionizációs energiák és az elektronegativitás változása:



e) Kéttomos, homonukleáris molekulák pályadiagramjai:



f) A második és az utolsó (42 és 82) instabilis, a többi stabilis.

Lewis szerkezetek	3 : 1	1 : 4 : 1	1 : 5 : 1	1 : 6 : 1	1 : 7 : 1
Geometria					
Analógok	LiH	BeH ₂	BH ₃ vagy CH ₄	NH ₃ vagy H ₂ O	FH

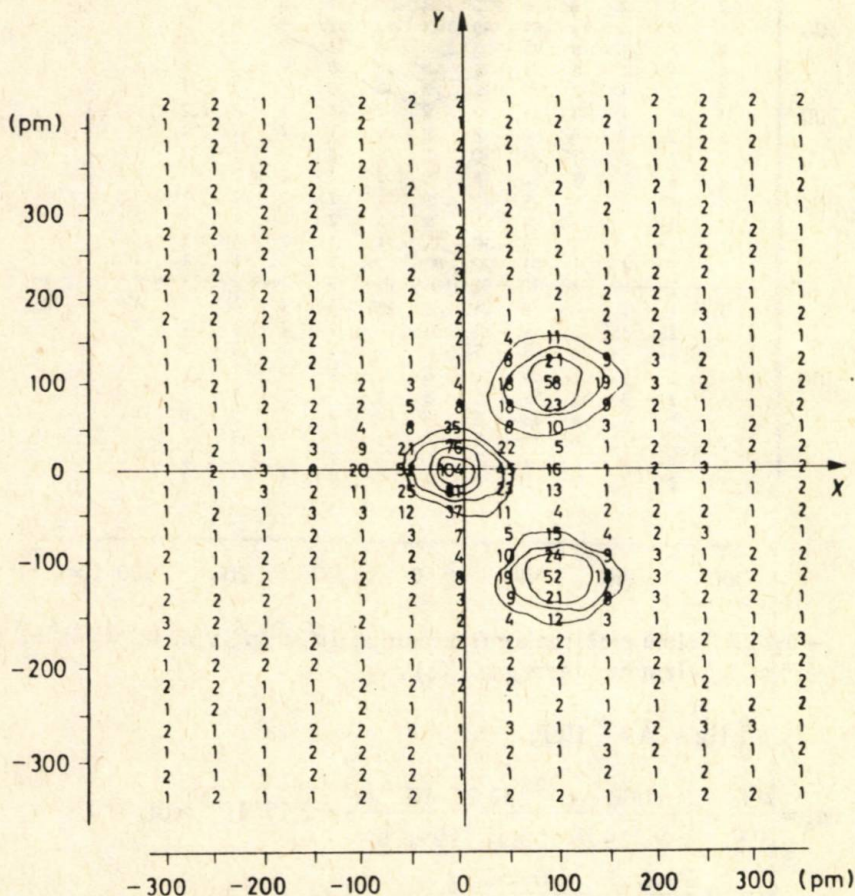
g) A háromdimenziós analógok és Síkország elemeinek halmazállapotai:
(g:gáz, s:szilárd)

H						He
Li	Be		B/C	N/O	F	Ne
Na	Mg		Al/Si	P/S	Cl	Ar

g						g
s	s		s	g	g	g
s	s		s	s	g	g

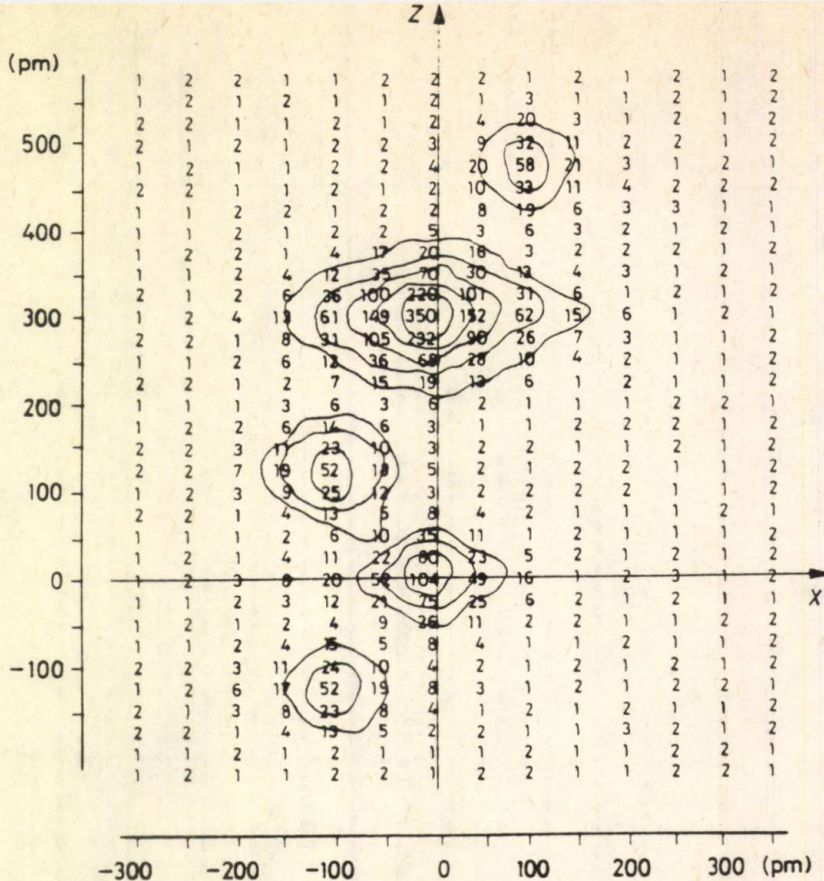
2. feladat

a)

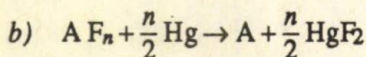


A maximumok:

magasság: 104 S (rendszám: 16),
 58 F (rendszám: 9),
 52 O (rendszám: 8),
 350 Xe (rendszám: 54).



→ Az „A” elem elektronkonfigurációja: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4d^{10} 5s^2 5p^6$,
 → Az „A” elem egy inert gáz (Xe).



$$n_A = \frac{pV_A}{RT} = \frac{101000 \text{ Nm}^{-2} \cdot 53,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}} = 2,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol},$$

$$n_{AF_n} = n_A = \frac{m_{AF_n}}{M_{AF_n}} = \frac{0,4500 \text{ g}}{M_A + n \cdot 19 \text{ g mol}^{-1}} = 2,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol}.$$

$$C : F\text{-tartalom } 36,7\% \rightarrow \frac{100 \cdot n \cdot 19}{M_A + n \cdot 19} = 36,7$$

$$\rightarrow \frac{4500}{100 \cdot n \cdot 19} = \frac{2,17 \cdot 10^{-3}}{36,7} = 5,913 \cdot 10^{-5} \rightarrow n = 4,0$$

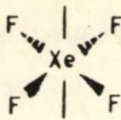
$$\rightarrow C : AF_4 \rightarrow \frac{4500 \text{ g}}{M_A + 4 \cdot 19 \text{ g mol}^{-1}} = 2,17 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\rightarrow M_A = 131,4.$$

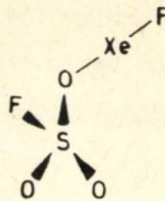
c) A: Xe; B: XeF₂; C: XeF₄; D: XeF₆; E: (XeF)(OSO₂F).



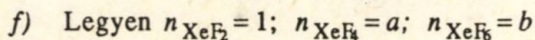
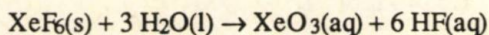
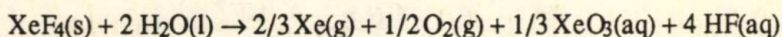
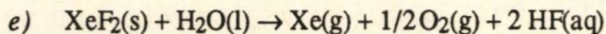
B



C



E



$$\rightarrow n_{\text{Xe}} = 1 + 2/3 \cdot a,$$

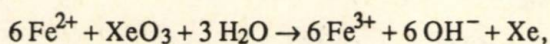
$$n_{\text{O}_2} = 1/2 + 1/2 \cdot a,$$

$$n_{\text{XeO}_3} = 1/3 \cdot a + b,$$

$$n_{\text{gáz}} = n_{\text{Xe}} + n_{\text{O}_2} = 3/2 + 7/6 \cdot a$$

$$\text{O}_2 \% = 40,0\% \rightarrow \frac{n_{\text{O}_2}}{n_{\text{gáz}}} = 0,4 = \frac{1/2 + 1/2 \cdot a}{3/2 + 7/6 \cdot a} \rightarrow a = 3.$$

$$n_{\text{O}_2} = 0,400 \cdot \frac{pV}{RT} = 0,400 \cdot \frac{100\,000 \text{ Nm}^{-2} \cdot 60,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3}{8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 290 \text{ K}} = 1,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol},$$



$$n_{\text{XeO}_3} = 1/6 \cdot n_{\text{Fe}^{2+}} = 1/6 \cdot c_{\text{Fe}^{2+}} \cdot V_{\text{Fe}^{2+}},$$

$$= 1/6 \cdot 0,100 \text{ mol dm}^{-3} \cdot 36,0 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 0,600 \cdot 10^{-3} \text{ mol},$$

$$\frac{n_{\text{XeO}_3}}{n_{\text{O}_2}} = \frac{0,600 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} = \frac{n_{\text{XeO}_3}}{n_{\text{O}_2}} = \frac{1/3 \cdot a + b}{1/2 \cdot a + 1/2}$$

$$\rightarrow 0,600 = \frac{1 + b}{3/2 + 1/2} \rightarrow b = 0,2,$$

$$\rightarrow \text{XeF}_2: n_{\text{XeF}_2} = 1 \text{ mol} \rightarrow 23,8\%,$$

$$\text{XeF}_4: n_{\text{XeF}_4} = 3 \text{ mol} \rightarrow 71,4\%,$$

$$\text{XeF}_6: n_{\text{XeF}_6} = 0,2 \text{ mol} \rightarrow 4,8\%.$$

3. feladat

a) $M_r(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 114,0$

Egy hengert tekintve:

Mindegyik égési ciklus folyamán: $m_f = 0,400/25 \text{ g} = 0,0160 \text{ g}$,

$$n_f = 1,404 \cdot 10^{-4} \text{ mol};$$

Hengertérfogat: $V_0 = 4,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$;

Nyomás: $p_0 = 101,0 \text{ kPa} = 101000 \text{ Nm}^{-2}$;

Hőmérséklet: $T_0 = 373 \text{ K}$,

$$n_G = n_f + n_A = \frac{p_0 V_0}{RT_0} = \frac{101000 \text{ Nm}^{-2} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 373 \text{ K}} = 0,0130 \text{ mol},$$

$$n_A = \text{a levegő mólszáma} = n_G - n_f = 0,0130 - 1,404 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 0,0129 \text{ mol}.$$

Levegőfelhasználás ($\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$) (egy hengerben, 25 égési ciklus során):

$$V_A^1 = \frac{25 \cdot n_A \cdot RT_0}{p_0} = \frac{25 \text{ s}^{-1} \cdot 0,0129 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 373 \text{ K}}{101000 \text{ Nm}^{-2}} =$$

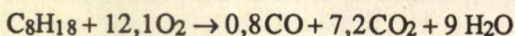
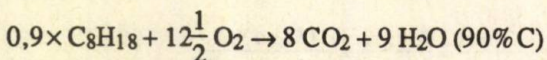
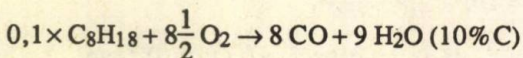
$$= 9,902 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1},$$

$$V_A = 4 \cdot 9,902 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} = 0,0396 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ a motor levegőszükséglete}.$$

b) (1) A kipufogógázok összetétele (egy hengert és egy égési ciklust véve)

az égés előtt: $n_{\text{O}_2}^0 = 0,21 \cdot n_A = 2,709 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$,

$$n_{\text{N}_2}^0 = 0,79 \cdot n_A = 10,191 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$



	C_8H_{18}	+	$12,1 \text{O}_2$	$\rightarrow$	$0,8 \text{CO}$	+	$7,2 \text{CO}_2$	+	$9 \text{H}_2\text{O}$
A mólok száma									
égés előtt:	$1,404 \cdot 10^{-4}$		$2,709 \cdot 10^{-3}$		0		0		0
égés után:	0		$10,10 \cdot 10^{-4}$		$1,123 \cdot 10^{-4}$		$10,11 \cdot 10^{-4}$		$12,63 \cdot 10^{-4}$
N_2 az égés után = $101,91 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = n_{\text{N}_2}$.									

A gázelegy összetétele az égés után:

	mol · 10 ⁴	%
N ₂	101.91	75
O ₂	10.10	7.4
CO	1.12	0.8
CO ₂	10.11	7.5
H ₂ O	12.63	9.3
n_G	135.87	100

(2) A gázelegy hőmérséklete közvetlenül az égés után

$$\Delta H = n_f [0,8 \cdot \Delta H_f(\text{CO}) + 7,2 \Delta H_f(\text{CO}_2) + 9 \Delta H_f(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_f(\text{C}_8\text{H}_{18})],$$

$$\Delta H = 1,404 \cdot 10^{-4} [0,8(-110,53) + 7,2(-395,51) + 9(-241,82) - (-187,82)] = -0,6914 \text{ kJ}.$$

c) A hengert elhagyó kipufogógáz hőmérséklete

$$p_2 = 200,0 \text{ kPa},$$

$$V_0 = 4,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3,$$

$$n_G = \text{a kipufogógáz móljai egyes hengerekben} = 0,01359 \text{ mol},$$

$$T_2 = \frac{p_2 V_0}{n_G R} = \frac{200000 \text{ Nm}^{-2} \cdot 4,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3}{0,01359 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}} = 708 \text{ K}.$$

d) A kipufogógáz összetétele a katalizátor után

A négy hengerből származó kipufogógáz tömegárama:

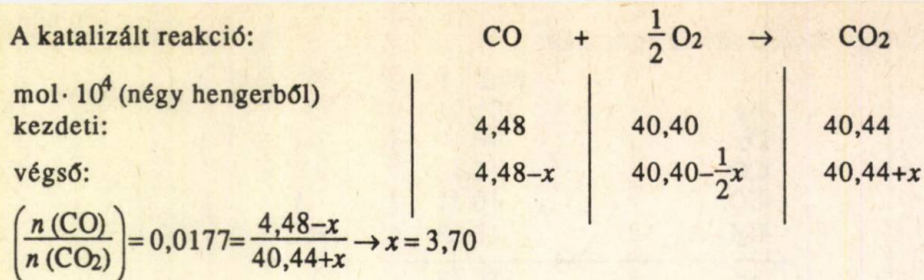
$$V = 4 \cdot 0,01359 \text{ mol} \cdot 25 \text{ s}^{-1} = 1,359 \text{ mol s}^{-1},$$

$$\left(\frac{n(\text{CO})}{n(\text{CO}_2)} \right) = \frac{1}{4} \left(\frac{n(\text{CO})}{n(\text{CO}_2)} \right)_i \cdot V \cdot e^{-(T/T_0)} =$$

$$= 3,141 \text{ s mol}^{-1} \cdot \left(\frac{1,12 \cdot 10^{-4}}{10,11 \cdot 10^{-4}} \right) \cdot 1,359 \text{ mol s}^{-1} \cdot e^{-(708/373)} = 0,0177.$$

A mólarány $\left(\frac{n(\text{CO})}{n(\text{CO}_2)} \right)$ kiszámítható az egy égési ciklus kipufogógázkomponenseinek mennyiségeiből.

A katalizált reakció:



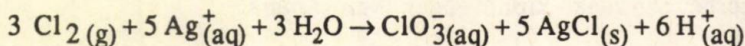
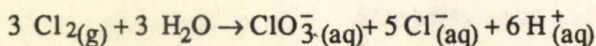
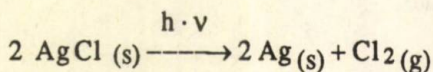
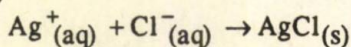
A kipufogógáz összetétele a katalizátor után (egy ciklus):

	mol · 10 ⁴	%
N ₂	407,64=407,64	75,26
O ₂	40,40- $\frac{1}{2}x=38,55$	7,12
CO	4,48-x = 0,78	0,15
CO ₂	40,44+x = 44,14	8,14
H ₂ O	50,52 = 50,52	9,33
Összesen:	541,63	100

4. feladat

a)

(1)



(2) Induljunk ki 100 g AgCl-csapadékból; ennek 12 %-a: 12 g elbomlik, marad 88 g AgCl.

$$12 \text{ g AgCl} \rightarrow \frac{12}{143,3} \text{ mol} = 0,0837 \text{ mol AgCl.}$$

A csapadékban visszamaradó Ag mennyisége:

$$0,0837 \cdot 107,9 = 9,03 \text{ g Ag.}$$

Az AgCl bomlásából származó Cl₂ mennyisége:

$$0,0837 \cdot 0,5 = 0,04185 \text{ mol Cl}_2.$$

A Cl₂ diszproporcionálódásából származó, regenerált AgCl mennyisége:

$$0,04185 \cdot 5/3 \cdot 143,4 = 10,00 \text{ g AgCl.}$$

A csapadék teljes mennyisége:

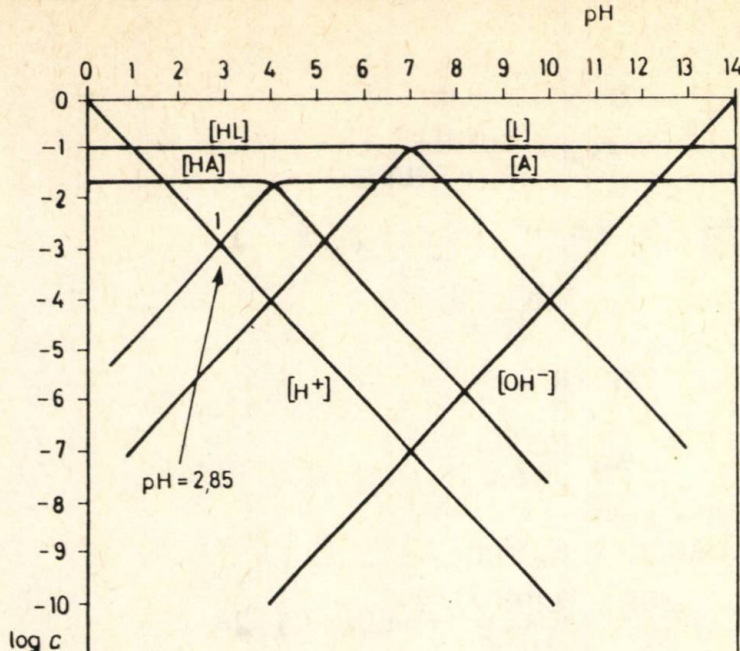
$$m_{\text{összes}} = m_{\text{AgCl}} + m_{\text{Ag}} + m_{\text{AgCl}_{\text{regenerált}}}$$

$$m_{\text{összes}} = 88,00 + 9,03 + 10,00 = 107,03 \text{ g.}$$

Tehát a relatív hiba: 7,03%.

b)

(1)



HA: $c_{\text{HA}} = 0,02 \text{ mol dm}^{-3} \rightarrow \log c_{\text{HA}} = -1,70$.

$K_a(\text{HA}) = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \rightarrow \text{p}K_a(\text{HA}) = 4,0$.

HL: $c_{\text{HL}} = 0,01 \text{ mol dm}^{-3} \rightarrow \log c_{\text{HL}} = -1,0$,

$K_a(\text{HL}) = 1 \cdot 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3} \rightarrow \text{p}K_a(\text{HL}) = 7,0$.

$[\text{H}^+] = [\text{A}^-] + [\text{L}^-] + [\text{OH}^-]$,

$\text{HA} \rightarrow \text{A}^-$; $\text{HL} \rightarrow \text{L}^-$; $\text{H}_3\text{O}^+ \leftarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{OH}^-$.

1: $[\text{H}^+] = [\text{A}^-]$,

$[\text{H}^+] [\text{A}^-] \gg [\text{L}^-] [\text{OH}^-] \rightarrow \text{pH} = 2,85$.

(2)

$\text{HA} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^-$,

$K_a(\text{HA}) = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$.

$\text{HL} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{L}^-$,

$K_a(\text{HL}) = \frac{[\text{H}^+][\text{L}^-]}{[\text{HL}]} = 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$.

$K_a(\text{HA}) \gg K_a(\text{HL}) \rightarrow \text{HA}$ egymagahatározza meg a pH-t.

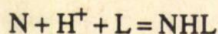
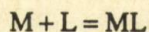
$\rightarrow \text{HA} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^-$

$K_a(\text{HA}) = \frac{x^2}{c-x} = 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$

$\rightarrow x^2 + K_a(\text{HA}) \cdot x - K_a(\text{HA}) \cdot c = 0$

$\rightarrow x = 1,365 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \rightarrow \text{pH} = 2,86$.

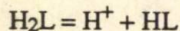
c)



$$K_1 = \frac{[ML]}{[M][L]}$$

$$K_{NHL} = \frac{[NHL]}{[N][H^+][L]}$$

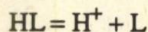
$$K'_1 = \frac{[ML]}{[M'][L']}$$



$$\alpha_M = \frac{[M']}{[M]}$$

$$K_{a1} = \frac{[H^+][HL]}{[H_2L]}$$

$$\alpha_L = \frac{[L']}{[L]}$$



$$K'_1 = \frac{K_1}{\alpha_M \alpha_L}$$

$$K_{a2} = \frac{[H^+][L]}{[HL]}$$

$$\rightarrow [M'] = [M] \rightarrow \alpha_M = 1,$$

$$[L'] = [L] + [HL] + [H_2L] + [NHL] =$$

$$= [L] + \frac{[L][H^+]}{K_{a2}} + \frac{[L][H^+]^2}{K_{a1}K_{a2}} + K_{NHL}[N][H^+][L] =$$

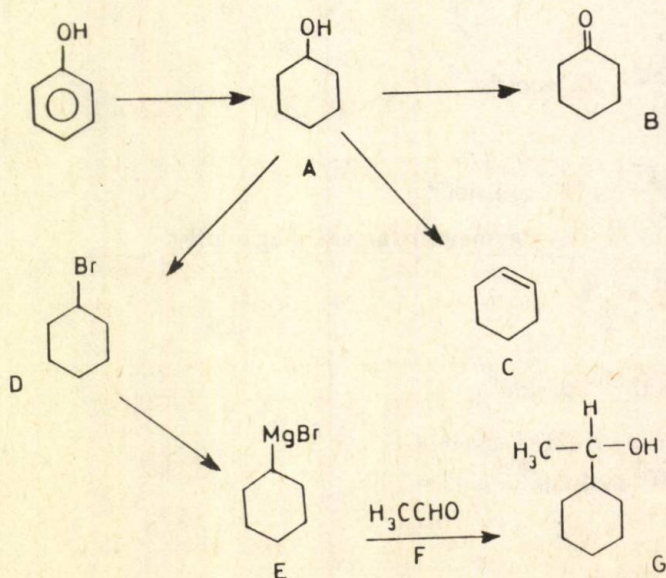
$$= [L] \left\{ 1 + \frac{[H^+]}{K_{a2}} + \frac{[H^+]^2}{K_{a1}K_{a2}} + K_{NHL}[N][H^+] \right\}$$

$$\rightarrow \alpha_L = 1 + \frac{[H^+]}{K_{a2}} + \frac{[H^+]^2}{K_{a1}K_{a2}} + K_{NHL}[N][H^+]$$

$$\rightarrow K'_1 = \frac{K_1}{\left\{ 1 + \frac{[H^+]}{K_{a2}} + \frac{[H^+]^2}{K_{a1}K_{a2}} + K_{NHL}[N][H^+] \right\}}$$

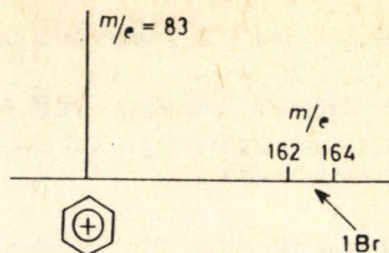
5. feladat

a)



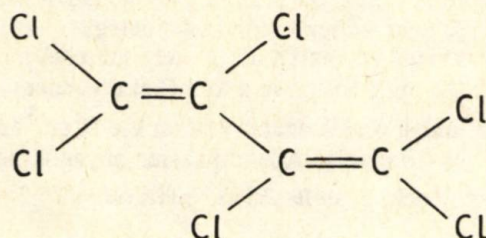
b) A G-nek van két optikai izomerje.

c) A D tömegspektruma:



6. feladat

X = hexaklór-butadién $\text{CCl}_2 = \text{CCl} - \text{CCl} = \text{CCl}_2$



ORSÓS PIROSKA
ELTE Általános és Szervetlen
Kémiai Tanszék
Budapest

SAMU JÁNOS
ELTE Szerves Kémiai
Tanszék
Budapest

A XX. Nemzetközi Kémiai Diákolimpia gyakorlati feladatai

A gyakorlati verseny időtartama öt óra. Két feladatból áll.

Az elsőben egy szerves sav nátriumsójának (NaHX , $M = 275,20 \text{ g mol}^{-1}$) származékát kell előállítaniuk. A második feladatban meg kell határozniuk a H_2X gyenge sav második disszociációs állandóját (K_{a2}).

A második feladatban az elsőben előállított anyagot kell felhasználniuk. Amennyiben valamilyen módon elvesztenék az anyagukat, kaphatnak a laborfelügyelőtől, de ez 5 pont levonásával jár.

Relatív atomtömegek: H: 1,01; C: 12,01; N: 14,01; O: 16,00; Na: 22,99; S: 32,06.

1. feladat

Egy szerves sav nátriumsója származékának előállítása

Eszközök:

1 db 250 cm³-es főzőpohár, 2 db 50 cm³-es főzőpohár, 1 db 10 cm³-es pipetta, 0,1 cm³-es beosztással, 1 db 50 cm³-es mérőhenger, 1 db cseppentő, 1 db hőmérő, 1 db szűrőtölcsér (G4), 1 db üvegbot, 1 vákuumszűrő.

Reagensek:

1-naftol-4-szulfonsav nátriumsója (S), $M=246,22 \text{ g mol}^{-1}$; nátrium-nitrit, $M=69,00 \text{ g mol}^{-1}$, reagens sósavoldat, 2 mol dm^{-3} , desztillált víz, vízmentes etanol.

Eljárás:

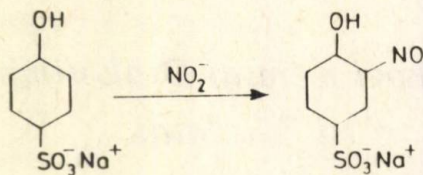
Egy 50 cm³-es főzőpohárban oldjon fel 0,6 g NaNO₂-et kb. 10 cm³ vízben! Keverje hozzá a "I"-vel jelölt, előkészített kiindulási anyagot (1,50 g nátrium-1-naftol-4-szulfonátot)! Hűtse le az elegyet a 250 cm³-es főző-pohárba készített jeges vizes fürdőben 0–5°C közötti hőmérsékletre! Mígözben az adott határok között tartja az elegy hőmérsékletét, cseppenként adjon hozzá 5 cm³ 2 mólos sósavat! A jeges vízben hűtött reakcióelegyet kevergesse még további 10 percig, hogy a sárgásnarancs színű só, NaHX·nH₂O, teljesen kiváljon! Mérje meg a szűrőtölcsér tömegét pontosan ($\pm 0,5 \text{ mg}$)! Szűrje le a terméket a vákuumszűrő használatával, és a csapadékot mossa kb 5 cm³ hideg vízzel, ezután kétszer kb. 10 cm³ etanollal! A szűrőben szárítsa ki az anyagot, 110 °C-on 30 percig! A lehűlt száraz anyagot mérje meg a szűrővel együtt, és jelentse a laborfelügyelőnek! Számítsa ki az NaHX ($M=275,2 \text{ g mol}^{-1}$) kitermelési százalékát!

10% termelés = 1 pont; 80% = 8 pont.

Az előállított NaHX tisztasága befolyásolja a 2. feladat eredményét.

Írja fel a kiindulási anyag és az ebből előállított termék szerkezeti képletét!

Megoldás:



Összesen 10 pont

2. feladat

Egy H₂X összetételű gyenge sav második savi disszociációs állandójának (K_{sav_2} , ill. $\text{p}K_{\text{sav}_2}$) spektrofotometriás meghatározása

Eszközök:

7 db 100 cm³-es normál lombik, 2 db 50 cm³-es főzőpohár, 1 db cseppentő, 1 db 10 cm³-es osztott pipetta, 1 db desztilláltvízes-palack, 1 db üvegbot, 1 db konténer a hulladékoknak, 1 db tölcsér.

Reagensek:

az előző feladatban készített, NaHX összetételű vegyület, 0,001 00 mol/dm³ koncentrációjú Na₂X összetételű vegyület vizes oldata (törzsoldat), 1,00 mol/dm³ koncentrációjú NaClO₄-oldat, 0,1 mol/dm³ koncentrációjú HCl-oldat, 0,1 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldat.

Eljárás:

a) Mérjen le 183,5 mg NaHX-et ± 0,5 mg pontossággal, oldja fel desztillált vízben, töltsé jelig egy 100 cm³-es normál lombikban és elegyítse! Pipetázzon ebből az oldatból 15,0 cm³-t egy másik 100 cm³-es normál lombikba, és töltsé jelig desztillált vízzel: ez lesz az NaHX törzsoldata. Ha nem sikerült a NaHX-et előállítani, kérjen anyagot a felügyelő tanártól!

b) Készítsen a még rendelkezésére álló 5 db 100 cm³-es normál lombikban 1-től 5-ig terjedő számozással ellátott 5 további oldatot az alábbiak szerint!

1. ($[X^{2-}] + [HX^-]$) együttes koncentrációja mindegyik oldatban pontosan

0,001 00 mol/dm³ legyen!

2. NaClO₄-re nézve mindegyik oldat 0,100 mol/dm³ koncentrációjú legyen az állandó ione-
rősség fenntartására!

Az oldatokat úgy készítse el, hogy a NaHX és Na₂X törzsoldatokból megfelelő térfogatokat pipetázzon mindegyik normál lombikba, majd a szükséges mennyiségű NaClO₄-oldat hozzáadása után desztillált vízzel töltsé jelig és elegyítse a lombikok tartalmát!

Az 1-es számmal ellátott oldatot úgy készítse el, hogy csak a NaHX törzsoldatból pipetázza a szükséges mennyiséget az 1-es lombikba! Még a NaClO₄ adagolása előtt pipetázzon az oldathoz kb. 3 cm³-t a rendelkezésére álló sósavoldatból, ami által biztosítja, hogy az anion teljes egészében HX⁻ formában lesz jelen!

Az 5-ös számmal ellátott oldatot úgy készítse el, hogy csak a rendelkezésére álló Na₂X-törzsoldatból pipetázza a szükséges mennyiséget az 5. lombikba! Még a NaClO₄ adagolása előtt pipetázzon az oldathoz kb. 3 cm³-t a rendelkezésére álló NaOH-oldatból, ami által biztosítja, hogy az anion teljes egészében X²⁻ formában lesz jelen!

A 2, 3 és 4 számmal jelölt oldatokat úgy készítse el, hogy a NaClO₄ adagolása előtt az alábbi térfogatarányokban pipetázza a NaHX- és Na₂X-törzsoldatokat a lombikokba:

	NaHX	:	Na ₂ X
2. lombik =	7	:	3
3. lombik =	1	:	1
4. lombik =	3	:	7

c) Vigye az így elkészített 5 db oldatot a spektrofotométerhez, ahol az ügyeletes tanár felveszi ezek spektrumát a 300 – 500 nm tartományban! Méresse meg ezen oldatok pH-ját is! Figyelje meg a méréseket!

d) Válassza ki a felvett spektrumból azt a hullámhosszt, amely a legalkalmasabb a H₂X összetételű vegyület második savi disszociációs állandójának (K_{sav_2}) meghatározására, és mérje meg minden oldat abszorbanciáját ezen a hullámhosszon!

e) Számítsa ki a H_2X összetételű vegyület K_{sav_2} és pK_{sav_2} adatát a pH- abszorbanciaadatokból $I = 0,1$ -es ionerősség mellett, feltételezve, hogy a hőmérséklet $25^\circ C$! Számításaihoz használja fel az alábbi összefüggéseket:

$$K_{a2} = \frac{[H^+][X^{2-}]}{[HX^-]} = \frac{c_{H^+} \cdot c_{X^{2-}}}{c_{HX^-}},$$

$$K_{a2} = \frac{(A - A_{HX^-}) [H^+]}{(A_{X^{2-}} - A)} \quad \text{vagy} \quad A = A_{X^{2-}} - (A - A_{HX^-}) \frac{[H^+]}{K_{a2}}, \quad pf_{H^+} = \frac{0,509 \sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}}.$$

f) Az elkészített oldatok közül melyiknek a legnagyobb a pufferkapacitása (P)? Számítsa ezt ki bármely, tetszés szerinti módszerrel! Használhatja az alábbi egyenleteket is:

$$P = 2,3 \cdot \left[[OH^-] + [H^+] + \frac{K_a [H^+] C}{(K_a + [H^+])^2} \right],$$

$$P = 2,3 \cdot \left[\frac{K_v}{[H^+]} + [H^+] + \frac{[X^{2-}][HX^-]}{C} \right],$$

ahol $K_v = 2 \cdot 10^{-14}$, ha az ionerősség $I = 0,1$ és a hőmérséklet $t = 25^\circ C$ C a sav teljes (összes) koncentrációja.

Összesen 30 pont

RÓZSAHEGYI MÁRTA
egyetemi docens, ELTE

ÓRI ANNAMÁRIA
V. éves matematika-kémia szakos
hallgató, ELTE

Új demonstrációs kísérletek I.

Az oxidációs-redukciós (röviden redoxi-) reakciók a legfontosabb kémiai folyamatok közé tartoznak. Gyakorlatilag az összes energiatermelés céljából végrehajtott kémiai reakció ide-sorolható. Gyakorlati szempontból rendkívül fontos ipari eljárás a fémek ércéből való elő-állítás, amely kémiai lényegét tekintve ugyancsak redoxifolyamat. Még közzismertebb fo-lyamatok a mindennapi életből a tüzelőanyagok elégetése, az elektromos energia tárolása akkumulátorokban, vagy a tápanyagok feldolgozása az élő szervezetekben.

Így a tanulók mire a 7. osztályban megkezdik a kémiatanulást, az égéssel, az oxidációval és redukcióval már számos helyen találkozhatnak: a mindennapi életben, a környezetismeretben, a biológiában és a fizikában. A kémia jelentősen kiterjeszti az oxidáció és redukció fogalmát, hiszen az atomszerkezeti ismeretek birtokában már az általános iskolában is valamennyi elektronátlépéssel járó folyamatot idesorolnak.

A középiskolában a tanulók megismerkednek az oxidációs szám fogalmával és használá-tával. Az elektrokémia tárgyalásakor az elektródfolyamatok értelmezéséhez ismét alapvetően fontos az oxidáció és redukció fogalmának biztos ismerete.

A mindennapi életben az égés, az oxidáció fogalmával kapcsolatban általában először a hő és a láng (fény) jut eszünkbe, ezért a kidolgozott kísérleteket is úgy csoportosítottuk, hogy ebben a cikkben a fény- és hőjelenséggel (esetleg kisebb robbanással) járó jelenségeket írjuk le, majd a folytatásokban foglalkozunk az átmenetifémek és a halogénelemek változó oxidációs számú állapotaival, illetve az elektrokémiai kísérletekkel.

Mint előző közleményünkben [1] is hangsúlyoztuk, a továbbiakban is csak olyan kísérleteket ismertetünk, amelyekhez a vegyszerek és eszközök hazai boltokban beszerezhetők, időigényük pedig nem haladja meg a tanítási óra, néhány esetben a szakkör kereteit.

1. Az ammónium-bikromát termikus bomlása

Ezzel a gyorsan és egyszerűen elvégezhető, rendkívül látványos kísérlettel arra mutatunk példát, hogy egy vegyületen belül is lehet az oxidálószer és a redukálószer, és így monomolekulás folyamat játszódik le. A kísérlet alkalmas az exoterm kémiai reakció szemléltetésére is.

A kísérlet elvégzéséhez szükséges

anyagok

20 g ammónium-bikromát

eszközök

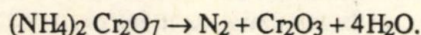
porcelántál, tálca, Bunsen-égő, vegyszereskanál

Végrehajtás

A kb. 20 gramm ammónium-bikromátot tegyük lapos porcelántálba! A tálát helyezzük nagyobb méretű tálcára! Bunsen-égővel melegítsük meg a kupac közepét, majd amikor a reakció megindul, hagyjuk abba a melegítést! A narancssárga kiindulási anyag izzásba jön, szikrázás közben narancsvörös láng csap ki belőle, a végtermék – amelyet a képződő gáz fellazít, szétfúj – méregzöld laza, porszerű anyag! A reakció olyan mértékben exoterm, hogy kis „vulkánként” izzik a kiindulási anyag.

Magyarázat

A reakció egyenlete:



A kiindulási vegyületben a nitrogénatom oxidációs száma –3, az elemi nitrogénben 0, tehát oxidálódott, a krómatom a bikromátionban +6-os oxidációs számmal, a króm-trioxidban pedig +3-as oxidációs állapotban szerepel, tehát redukálódott. Az oxidációs szám változása –mint a d – mező fémjeinél általában – színváltozással járt együtt.

2. A vörösfoszfor és a kálium-klorát reakciója

Közismert, hogy a gyufásdoboz oldala vörösfoszfort, a gyufafej pedig kálium-klorátot tartalmaz. Az összedörzsöléskor fellépő reakció hője gyújtja meg a gyufa faanyagát. A kísérletben azt mutatjuk be, hogy a kálium-klorát robbanásszerű hevességgel oxidálja a foszfort.

A kísérlet elvégzéséhez szükséges

anyagok

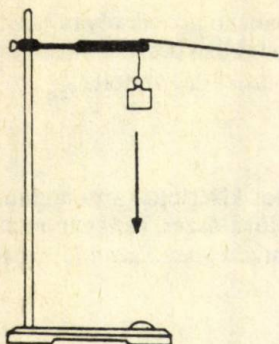
borsónyi vörösfoszfor,
borsónyi kálium-klorát

eszközök

vasállvány, azbesztlap, 1 kg-os súly, 4–5 m hosszú spárga

Végrehajtás

Tegyük az azbesztlapot a vasállvány alá, helyezük rá a vörösfoszfort, fedjük be a kálium-kloráttal! Kössük a súlyt a zsineg végére, helyezük el a foszfor és kálium-klorát fölött!

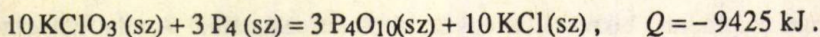


Menjünk 4-5 méter távolra az állványtól, fogjuk a zsineg végét! A spárta hosszának változtatásával ejtsük a súlyt a két anyag keverékére! Éles, csattanó hang és láng kíséretében robbanásszerű hevességgel reagál a két anyag.

Vigyázat! A megadottnál nagyobb mennyiséggel tilos elvégezni a kísérletet, 4-5 méternél közelebb senki ne tartózkodjék a berendezéshez! A kálium-klorátot gondosan kezeljük, a tanulóktól elzárva tároljuk!

Magyarázat

A reakció erősen exoterm:



A P_4O_{10} összetételű molekula képződéshője -3010 kJ/mol , a kálium-kloridé pedig -346 kJ/mol . A felszabaduló hő miatt a hirtelen felmelegedő levegő kitágul, ez okozza a robbanást. Sötét teremben a súly alól kicsapó láng még jobban észlelhető.

3. Az ammónia katalitikus oxidációja

Az iparban a salétromsavgyártás alapvető folyamata az ammónia oxidációja. Az eljárást szemléltető demonstrációs modellkísérlet [2] előkészítése és bemutatása rendkívül időigényes. Ha nincs lehetőségünk a bemutatására, helyettesíthetjük annak a szemléltetésével, hogy közönséges körülmények között nem tudjuk meggyújtani az ammóniát, az itt leírt katalitikus körülmények között viszont oxidálható.

A kísérlet elvégzéséhez szükséges

anyagok

1 g száraz ammónium-dihidrogén-foszfát (vagy ammónium-foszfát), 2 g kálium-klorát, 0,2 g mangán-dioxid

eszközök

száraz kémcső, Bunsen-állvány fogóval, Bunsen-égő, porcelántál, vegyszereskanál

Végrehajtás

A táramérlegen lemért háromféle anyagot porcelántálban összekeverjük, majd a száraz kémcsőbe szórjuk. Függőlegesen állványba fogjuk a kémcsövet és Bunsen-égővel (borszesz-égő lángja is elegendő) kis lánggal melegítjük. Néhány másodperc múlva a kémcső megtelik vörösbarna nitrogén-dioxiddal.

Vigyázat! A nitrogén-dioxid kellemetlen szagú és mérgező!

sét és az ammónia oxidációját is katalizálja.

Ammonium-nitrát bomlásának szemléltetése

entartalmú anyagok, ezért erőlyes oxidálószeres. A savas kémhatás
onság mellett ez a harmadik ok, ami miatt az ammónium-nitrátot nem
alják műtrágyaként.

ez szükséges

eszközök

trát, 0,5 g

lapos porcelántál, vegyszereskanál, csepegtető

1, 4 g cink-

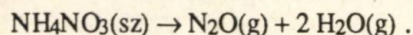
víz

ban keverjük össze a két sót, majd keverjük hozzá a lemért cinkport! A ke-
áljunk egy kis kupacot a tál közepén (vagy azbesztlapon), helyezzük fülke alá
ablak közelébe a tálat! 3-4 csepp víz hozzáadásával indítsuk meg a reakciót, a
nnal vegyük el és lépünk hátra! A reakció hirtelen megy végbe, lánggal, füsttel
g jódot is adunk a keverékhez, akkor lila gőzöket is látunk.)

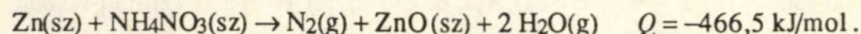
Ennél nagyobb anyagmennyiséggel ne végezzük a kísérletet! A kísérlet elvég-
zelltessünk!

at

ammonium-nitrát bomlását a kloridionok (vagy bromid- vagy jodidionok) katalizálják.
zínűleg a haloidionok polarizálóhatása játszik szerepet, mert lényegében bármilyen
idső katalizálja a reakciót. Néhány csepp víz a reakció megindulásához szükséges, a
sőbbiekben a bomlásban keletkező víz vesz részt a folyamatban:



A reakció exoterm, a keverék felmelegszik. Az NH_4NO_3 olvadáspontja 170°C , ezért ha-
marosan megolvad, majd megindul a cink oldódása és oxidációja is. Valószínűleg a követ-
kező folyamat megy végbe:



A láng a viszonylag nagy reakcióhő miatt van, a szilárd cink-oxid egy részét a képződő
gáz elfújja, ezért fehér füstöt látunk.

anyagok

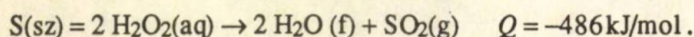
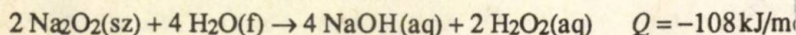
1 g nátrium-peroxid, 0,1 g
kénpor, néhány csepp víz

Óráüvegen keverjük össze a lemért nátrium-peroxidot és kénp
zépén csináljunk kis halmot belőle! A kupac közepén legyen egy k
pentsünk 2-3 csepp vizet, gyorsan lépünk hátra! A reakció hevesen,
megy végbe.

Vigyázat! A nátrium-peroxid erőlyes oxidálószer, különösen ned használat előtt győződjünk meg róla, hogy elég száraz-e az anyag!

Magyarázat

A következő reakciók játszódnak le:



Tehát a néhány csepp víznek az a szerepe, hogy a hidrogén-peroxid képződése. A hidrogén-peroxid oxidálja a kénport. Mint a reakcióegyenletekből is kitűni exotermek. (Kénpor helyett alumíniumporral is végezhetjük a kísérletet.)

6. A vas (II) –oxid instabilis vegyület

A vas +2-es és +3-as oxidációs állapotban fordul elő vegyületeiben, de csak a +3-as stabilis. A +2-es oxidációs állapotú vasvegyületek eltérő sebességgel, de szemmel láthatóan alakulnak át olyan vegyületekké, amelyekben +3-as a vas oxidációs állapota.

A kísérlet elvégzéséhez szükséges

anyagok

3 g vas(II)-szulfát, 2,3 g

szilárd ammónium-oxalát,

desztillált víz, 1 ív fehér

papír

eszközök

3 kémcső (egy dugóval), Nutsch-palack szűrőpapírral.

Bunsen-égő, spatula, kémcsőfogó, 10 cm³-es

mérőhenger

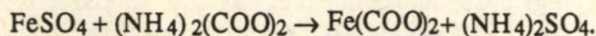
Végrehajtás

Az egyik kémcsőbe szórjuk a vas(II)-szulfátot, és oldjuk fel 10 cm³ desztillált vízben, a másik kémcsőben ugyancsak 10 cm³ desztillált vízben feloldjuk az ammónium-oxalátot! A halványzöld vas-szulfát-oldathoz adjuk hozzá a színtelen oxalátoldatot, sárga csapadék: vas(II)-oxalát képződik! Nutsch-szűrőn szűrjük le a csapadékot, desztillált vízzel mossuk, majd levegőszárváttással szárítuk kb. 5 percig! Ezután spatulával kaparjuk le a csapadékot a szűrőpapírról, szórjuk egy száraz kémcsőbe és óvatosan melegítsük! Ha már nem jelenik

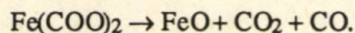
meg újabb vízcsepp a kémcső tetején, akkor a hevítést csökkenthetjük, majd ha a sárga szín feketére változik, vagyis vas(II)-oxidá alakul az anyag, akkor megszüntetjük a melegítést. Zárjuk le a kémcsövet dugóval és hagyjuk 4-5 percig hűlni az anyagot! Ha lehet, sötétítsük be a termet, és az asztalra helyezett fehér lapra kb. 1 méter magasságból lassan szórjuk rá a vas-oxidot! A lehulló vas(II)-oxid a levegővel érintkezve, szikrázva elég, a lehulló izzó anyag a papírt megperzseli, majd kihűlve vörös vas(III)-oxid marad a papíron.

Magyarázat

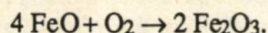
A két oldat összeöntésekor a következő átalakulás történik:



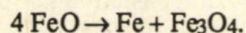
A vas(II)-oxalát termikus bomlása a következő egyenlettel írható le :



A finom eloszlású vas(II)-oxid reakcióba lép a levegő oxigénjével:



A diszproporcionáció egyenlete:



Mint ismeretes, az Fe_3O_4 , Fe_2O_3 és FeO keveréke.

7. A szén-diszulfid égése nitrogén-monoxidban

A szén-diszulfid forráspontja és gyulladási hőmérséklete is igen alacsony érték, ezért gőzei a nitrogén-monoxiddal is redoxireakcióba lépnek.

A kísérlet elvégzéséhez szükséges

anyagok	eszközök
100 cm ³ cc.salétromsav,	gázfejlesztő készülék, üvegcád, vasállvány fogóval
rézforgács, 1,0 cm ³ szén-diszulfid, gyújtópálca	2 db, injekciós tű fecskendővel, kb. 50 cm hosszú 2-3 cm átmérőjű üvegcső 2 dugóval

Végrehajtás

Az üvegcső egyik végét zárjuk le gumidugóval, és töltjük tele vízzel! Közben a gázfejlesztő aljába tegyük a rézforgácsot, a tölcsérbe a salétromsavat, a csap megnyitásával indítsuk meg a gázfejlődést, majd 1-2 perc várakozás után (ezalatt a fejlődő gáz kiűzi a levegőt a rendszerből) vezessük az üvegcádban lévő vízen keresztül a vízzel töltött üvegcsőbe a gázt! A kísérlet csak akkor lesz eredményes, ha a csőben a gáz színtelen, vagyis tiszta nitrogén-monoxid. Amikor a cső megtelt a gázzal, zárjuk le a másik végét is gumidugóval!

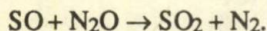
Szívjunk fel 1,0 cm³ szén-diszulfidot a fecskendőbe, óvatosan lazítsuk meg a dugót az üvegcsőben, és a dugó mellett gyors mozdulattal szűrjük be a tűt a dugó és a cső fala közé, majd fecskendezzük be a csőbe a szén-diszulfidot! Rázzuk össze a cső tartalmát, de közben egyik kezünkkel fogjuk az egyik dugót, ne tartsuk túl szorosan, mert a keverés során a szén-diszulfid párolgása miatt a nyomás nő a csőben! A keverést mindaddig folytassuk, amíg a nyomásnövekedést észleljük! Ha ez megszűnt, akkor viaszszorítva a dugót, fogjuk állványba függőleges helyzetben a csövet! Gyűjtsunk meg egy szál gyufát, és a felső dugót kihúзва, dobjuk a csőbe az égő gyufát! Ezt is gyors mozdulattal végezzük, hogy közben ne jusson

levegő a csőbe! Lépünk hátra, mert a láng kicsaphat a csőből. Ahogy a láng halad lefelé a csőben, zúgó, morajló hangot hallunk. A kék láng elsötétített teremben még jobban érvényesül.

A cső tartalmazhat el nem reagált anyagot is, ezért a kísérlet után zárjuk le dugóval!

Magyarázat

A CS₂ és a NO reakciójában N₂, CO, CO₂, SO₂ és S keletkezik, sőt N₂O és COS is található a rendszerben. A reakció sztöchiometriája igen bonyolult, nagymértékben függ a reagensek kiindulási koncentrációjától. A reakció aktiválási energiája 290 kJ/mol, ez közel áll ahhoz az értékhez, amely ahhoz szükséges, hogy a CS₂-molekulából egy kénatomot kiszakítsunk. A reakciót kísérő élénk kék fény a folytonos színekép 490–310 nm tartományának felel meg. Ez annak a reakció energiaváltozásának felel meg, amelyben az SO-ból SO₂ lesz:



Az N₂O valószínűleg úgy keletkezik, hogy a CS₂ vagy a CS oxigénatomot von el az N₂O₂ dimerből. Kevésbé intenzív fénykibocsátást észleltek az 550–700 nm tartományban, amely a COS átalakulásából származik. A legerősebb fényjelenség akkor észlelhető, ha a gázelegy 30% CS₂-t tartalmaz. Az üvegcső méretétől függően változik a hangeffektus is, minél rövidebb a cső, annál kisebb a hang. Ha más méretű csővel dolgozunk, akkor úgy számolhatunk, hogy 1 dm³ térfogatú cső esetén 0,75–0,80 cm³ CS₂ a megfelelő összetételű elegyet eredményezi. A nagyobb CS₂-mennyiség elnyomja a lángot, a kisebb mennyiség pedig erősebb robbanást eredményezhet.

8. Az éghetetlen zsebkendő

A mindennapi életből közismert jelenség, hogy a közönséges textíliák könnyen megperzselődnek és lángra lobbannak, ha hő vagy láng éri őket. Ezzel a látványos kísérlettel bizonyíthatjuk, hogy nem minden esetben ez történik.

A kísérlet elvégzéséhez szükséges

anyagok

50 cm³ izopropil-alkohol
(megfelel helyette etil-alkohol
is), 50 cm³ desztillált víz

eszközök

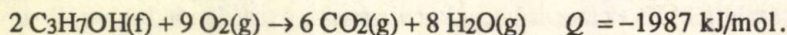
nagyobb méretű zsebkendő, csipesz, Bunsen-égő,
500 cm³-es főzőpohár

Végrehajtás

A pohárban elegyítsünk kb. 50 cm³ alkoholt és 50 cm³ vizet! Mártsuk a folyadékelegybe a zsebkendőt, míg alaposan átítatja a folyadék, majd a felesleget csavarjuk ki! Csipesszel fogjuk meg a zsebkendő közepét és tartsuk a láng fölé, míg az meggyullad! Ezután vegyük el, és figyeltsük meg, hogy az alkohol kék lánggal ég, de a zsebkendő nem gyullad meg! Amikor az alkohol égése szemmel láthatóan alábbhagy, akkor gyors mozdulattal oltuk el a lángot! A maradék alkohol-víz elegyet eltehetjük a következő bemutatásig. Textília helyett nagyobb szűrőpapírral is bemutatathatjuk a kísérletet.

Magyarázat

A propil-alkohol égésének termokémiai egyenlete:



Amennyiben tiszta alkoholba mártjuk a ruhát és az alkoholt meggyújtjuk, a zsebkendő is meggyullad az alkohol lángjától. A víz szerepe az, hogy az égéshő egy részét elnyeli azáltal, hogy felmelegszik és elpárolog.

Végezhetünk egyszerűbb számítást is: ha 50 gramm izopropil-alkohol elég, 1659 kJ energia szabadul fel. Ahhoz, hogy 50 gramm vizet 20 °C-ról felmelegítsünk 100 °C-ra, 17 kJ energia szükséges, az elpárologtatáshoz pedig további 113 kJ, ez összesen 130 kJ. Nyilvánvaló, hogy az alkohol égésekor keletkező hő többségét a környező levegő veszi át, további kis része az alkohol felmelegítésére és elpárologtatására fordítódik. Bemutathatjuk azt is, hogy ha csökkentjük a víz mennyiségét, a zsebkendő megpörkölődik.

9. Az aceton oxidációja

A szerves kémiában azt tanítjuk, hogy a ketonok erőlyes oxidáció hatására láncszakadással járó oxidációt szenvednek. Ezt egy egyszerűen és gyorsan kivitelezhető kísérlettel szemléltethetjük az aceton példáján.

A kísérlet elvégzéséhez szükséges

<i>anyagok</i>	<i>eszközök</i>
20 cm ³ aceton,	100 vagy 200 cm ³ -es Erlenmeyer-lombik, csipesz,
kb. 1,5 cm × 10 cm-es rézlemez	Bunsen-égő, vízfürdő

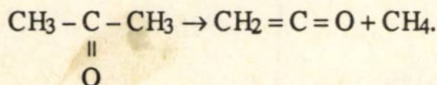
Végrehajtás

Öntsünk a lombik aljára kb. 20 cm³ acetont (2-3 cm-nél ne legyen vastagabb a réteg)! Tegyük a lombikot 2-3 percre forró vizet tartalmazó vízfürdőbe! Csipesszel fogjuk meg a rézlemez végét és a Bunsen-égő lángjában izzítsuk fel! Gyors mozdulattal mártsuk a rézlemez a lombik légterébe úgy, hogy az ne érjen bele a folyadékba. Mozgassuk függőleges irányban a lemezt, és várjunk 1-2 percet! A lemez izzásba jön, és villogó fény figyelhető meg a felületén elég hosszú ideig (néhány percig).

Vigyázat! A képződő gázok és gőzök mérgezők, ezért a kísérletet jól húzó fülkében végezzük.

Magyarázat

A platina és a réz katalizálja az alkoholok és aldehidek dehidrogénezését. Magas hőmérsékleten a réz felületén a keton is képes oxidálódni. A folyamat reakcióegyenlete:



ketén

700 °C körüli hőmérsékleten katalizátor nélkül is lejátszódik az aceton pirolízise, ketén és metán keletkezik belőle. A ketén szintelen, mérgező, labilis vegyület, acetonban és éterben jól oldódik. Ezek a dehidrogénezési folyamatok endotermek, de a keletkező hidrogén oxidációjából származó hő tartja izzásban a rézlemezt.

10. Egy ellobbanó anyag: peroxi-aceton

A peroxi-aceton olyan gyúlékony és gyorsan égő anyag, hogy egy papírlapon meggyújtva elég, miközben a papír meg sem perzselődik.

A kísérlet elvégzéséhez szükséges

anyagok

4 cm³ acetont, 4 cm³ 30%-os hidrogén-per-oxid, 8 csepp, cc.sósav, desztillált víz, szűrőpapír

eszközök

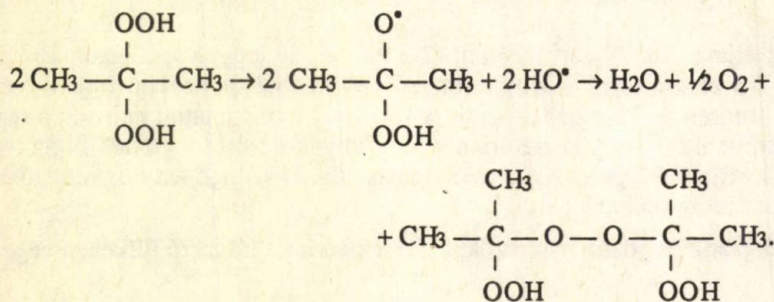
kémcső, 10 cm³-es mérőhenger 2 db, 100 cm³-es, főzőpohár, tölcsér, óraüveg, Bunsen-égő

Végrehajtás

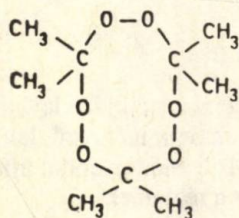
Mérjünk ki 4 cm³ acetont és 4 cm³ hidrogén-peroxidot, majd egy kémcsőben öntsük össze a két folyadékot! Adjunk az elegyhez 4–8 csepp cc.sósavat! Kb. 40 °C-os vízfürdőben tartsuk a kémcsövet a folyadékeleggyel! Mintegy 20 perc múlva fehér, szilárd anyag kiválását figyelhetjük meg. Még további másfél óráig tartsuk a kémcsövet a 40 °C-os vízfürdőben! Majd szűrjük le a szilárd anyagot, mossuk ki kevés desztillált vízzel! A szűrőpapírt a csapadékkal terítsük ki óraüvegre, és hagyjuk megszáradni! Égő gyufával vagy gyújtópálcával gyújtjuk meg a száraz peroxi-acetont! Az anyag hirtelen elvillan, a papír meg sem pörkölik.

Magyarázat

A peroxi-aceton vagy szabályos nevén 2,2 dihidro-peroxid-propán, mint a peroxidok általában instabilis vegyület, hő hatására azonnal elbomlik:



Hidrogénionok és acetont jelenlétében a 2,2-dihidro-peroxid-propán 90%-ban ciklizálódik és 1,1,4,4,7,7-hexametil-1,4,7-ciklononantriperoxán képződik, amelynek a képletét az alábbi ábra szemlélteti.



Új demonstrációs kísérletek II.

(Az átmenetifémek ionjai a szivárvány minden színében)

Az s- és p-mező fémeinek és vegyületeinek tárgyalása után sajnálatos módon nagyon kevés idő jut a d-mező elemeinek és vegyületeinek tárgyalására a gimnázium III. osztályában. Pedig míg az előbbieket döntő többsége színtelen vegyület, illetve ion formájában létezik, addig az átmenetifém-ionok a szivárvány minden színében pompáznak. Bízva abban, hogy ha a törzsanyag tárgyalásakor nem is jut idő az itt leírt kísérletek bemutatására, de a fakultáció vagy a szakkör, a versenyekre való felkészítés keretében hasznosíthatók lesznek.

A következő kísérletekben bemutatott redoxfolyamatok a redoxpotenciál fogalmának ismeretében, a függvénytáblázat végén megtalálható adatok felhasználásával, a tanulók bevonásával könnyen értelmezhetőek.

A d-mező elemeinek elektronszerkezetére jellemző, hogy a külső héj konfigurációja s^2 (néhány esetben s^1), az alatta lévő héj d pályáira épülnek be az elektronok 1-től 10-ig. A legkisebb energia befektetésével természetesen az s elektronok távolíthatók el, de erősebb oxidatív hatásra a lezáratlan d-pályák elektronja vagy elektronjai is leszakadnak az atomról. A lezáratlan héj azt is jelenti, hogy az ott lévő elektronok viszonylag kis energiával gerjeszthetők, ennek eredményeként az ionok színesek. Cikkünkben a vanádium-, króm-, mangán-, vas-, kobalt-, nikkel- és a rézvegyületek néhány redoxreakcióját szemléltető demonstrációs kísérletet mutatunk be.

1. A vanádium különböző oxidációs számú állapotai

A vanádium az ötödik csoportban elhelyezkedő fém, külső elektronhéjának szerkezete $4s^2$, az alatta lévő 3d pályán pedig 3 elektron van. Ezért a vanádiumion oxidációs állapota +2-es oxidációs számtól +5-ig terjed. Az ionjai színesek, így az oxidációs szám változását színváltozás is mutatja.

A kísérlet elvégzéséhez szükséges

anyagok

3 g ammónium-metavanadát,
50 cm³ mol/dm³ koncentrációjú kénsav,
20 cm³ 3%-os hidrogén-peroxid, néhány
cinkgranulátum, 1 g nátrium-hidrogén-
szulfid, 5 cm³ koncentrált kénsav, desztillált víz

eszközök

100 cm³-es főzőpohár vagy lombik, kémcső 6 db, kémcsőállvány, mérőhenger
50 cm³-es, 10 cm³-es, üvegbott, kihúzott végű üvegcső

Végrehajtás

A főzőpohárba szórjuk a táramérlegen lemért NH_4VO_3 -ot, kevés desztillált vízzel csinálunk belőle szuszpenziót, majd az 50 cm³ kénsavat lassan, kevergetés közben adjuk hozzá! Ha teljes egészében nem oldódna fel az anyag, akkor az oldat tisztáját öntsük le, és azt használjuk tovább! Öt kémcsőbe töltünk kb. 5-5 cm³ NH_4VO_3 -oldatot!

Az 1. kémcsőbe dobjunk 1-2 cinkgranulátumot és adjunk hozzá 2 cm^3 koncentrált kénsavat, állítsuk be az állványba a kémcsövet, figyeltessük meg a színváltozást! Néhány perc alatt világos lilára változik az oldat színe!

A 2. kémcsőben lévő oldatba dobjunk egy kis cinkdarabkát, ha kialakul a zöld szín, akkor vagy vegyük ki belőle a cinket, vagy öntsük át az oldatot új kémcsőbe!

A 3. kémcsőben lévő oldatba tegyünk kis kanálnyi nátrium-hidrogén-szulfidot, az oldat színe világoskékre változik!

A 4. kémcsőben hagyjuk meg az eredeti sárga oldatot!

Az ötödik kémcsőben az előbbi úton állítsunk elő kék oldatot, majd csöpögtessünk ehhez hidrogén-peroxidot a vörösbarna szín megjelenéséig!

Magyarázat

A kiindulási oldatban a vanádium VO_3^- -ionok formájában van jelen, amelyben oxidációs száma +5. Erélyes redukció hatására +2-re csökken az oxidációs szám, a V^{2+} -ion lila színű. A V^{3+} -ion zöld színű. A VO^{2+} összetételű vanadilionban a vanádium oxidációs száma +4, ez az ion *világoskék*. A +5-ös oxidációs számú állapot többféle ionban előfordul: VO_3^{+} -, VO_2^{+} -, VO_3^- -, VO_4^{3-} -ionok. Ezek az ionok *halványsárgák*. A hidrogén-peroxid hatására VO_4^{3-} összetételű peroxi-vanadát-ion jön létre, amely *vörösbarna* színű.

2. A krómion oxidációs állapotai

A krómion oxidációs állapota +3 és +6 között változik.

A kísérlet elvégzéséhez szükséges

anyagok

$0,01\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kálium-bikromát-oldat, 20 cm^3 koncentrált sósav, granulált cink, $0,1\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú vas(II)-szulfát-oldat, $0,2\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kálium-jodid-oldat, $0,01\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú vas(III)-nitrát-oldat

eszközök

nagyméretű kémcső, vegyszereskanál, Bunsen-égő, 250 cm^3 -es főzőpohár 2 db

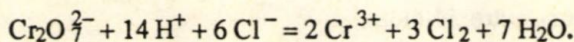
Végrehajtás

Töltsünk a nagy kémcsőbe $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -oldatot, figyeltessük meg az oldat színét, majd adjunk hozzá kb. 20 cm^3 koncentrált sósavat, melegítsük meg a kémcső tartalmát, figyeljük meg a színváltozást! Majd dobjunk az oldatba néhány darab cinket, melegítsük az oldatot! Néhány perc múlva a zöld oldat világoskék lesz. Az egyik főzőpohárba

töltsünk 20 cm³ KI-oldatot, adjunk hozzá 200 cm³ K₂Cr₂O₇-oldatot! Figyeltessük meg, hogy az oldat színe nem változik! Öntsünk az elbbi oldathoz 20 cm³ FeSO₄-oldatot! Figyeltessük meg, hogy azonnal megjelenik a kiváló jódbarna színe! A másik főzőpohárban elegyítsünk kb. 200 cm³ Fe(NO₃)₃-oldatot és 20 cm³ KI-oldatot! Figyeljük meg, történik-e változás!

Magyarázat

A kloridion redukálja a bikromátiont +3-as oxidációs állapotig:



A hidratált króm(III)ion zöld színű. Savas közegben cink hatására továbbmegy a redukció, Cr²⁺-ion képződik, amely kék.

A bikromát- és a jodidionnak a standardpotenciál-értékek alapján redoxreakcióba kellene lépniük, mert a +6-os oxidációs számú állapotban lévő króm átalakulása +3-as oxidációs számú állapotba 1,33 V standardpotenciállal jellemezhető, a $\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{I}^-$ folyamat standardpotenciálja pedig 0,54 V.

A kísérletben viszont azt tapasztaljuk, hogy a két oldat összeöntésekor nem történik változás. A vas(II)ionok jelenlétében viszont azonnal végbemegy a folyamat. Érdekes gondolkodtató kérdés: mi lehet a vas(II)ionok szerepe a folyamatban? A legkézenfekvőbb feltevés, hogy a bikromátionok a vas(II)ionokat oxidálják vas(III)ionokká, amelyek a jodidionokat oxidálják jóddá. A feltételezés helyességét úgy ellenőrizzük, hogy a vas(III)ionokat tartalmazó ugyancsak savas kémhatású oldatot is reagáltatjuk káliumjodid-oldattal. Változás nem történik (vagy csak hosszabb idő múlva kezd az oldat lassan barnulni). A helyes magyarázat a következő: a vas(II)ionok reakcióba lépnek a bikromátionokkal, és így olyan átmeneti termék képződik, amelyben a króm oxidációs száma +5, és ez a termék nagy sebességgel oxidálja a jodidionokat. Más szóval a vas(II)ion indukálja a bikromát-jodid reakciót. A reakció végén a jód mellett Cr³⁺-ionok vannak az oldatban. A +5-ös oxidációs állapotú átmeneti terméket azonosítani is sikerült.

3. A mangán színskálája frásvetítővel kivetítve

A legkönnyebben előállítható és a legszínesebb a mangán különböző oxidációs állapotú skálája, amely +2-től +7-ig minden értéket felvehet. A szép színátmenetekkel a diszproporcionálódás és a színproporcionálódás is szemléltethető.

Ezek a redoxiátalakulások pH-függő, egyensúlyi folyamatok, ezért a kísérletet más kivitelezésben (egy kémcsőben óvatosan lúgosítjuk, majd savanyítjuk az oldatot) elvégezve egymás fölé rétegezve is előállíthatjuk a narancs, zöld és lila színű +4, +6, illetve +7-es oxidációs állapotú mangánvegyületeket.

Azért javasoljuk az frásvetítő használatát, mert a nagy fényerejű égővel átvilágított oldatokban a szín jobban érvényesül.

A kísérlet elvégzéséhez szükséges

anyagok

mangán(II)-szulfát-oldat (2 g söt oldunk 100 cm^3 vízben),
kálium-permanganát-oldat (0,1 g söt oldunk 100 cm^3 vízben),
nátrium-szulfit-oldat (2 g söt oldunk 100 g vízben),
 6 mol/dm^3 koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat,
50 tömeg%-os nátrium-hidroxid-oldat,
 6 mol/dm^3 koncentrációjú kénsavoldat (koncentrált kénsavat háromszoros térfogatra hígítunk), desztillált víz

eszközök

kristályosító csésze 6 db,
 150 cm^3 -es főzőpohár 6 db,
 100 cm^3 -es mérőhenger,
vegyszeres kanál 4 db,
csepegtető üvegcső 2 db,
üvegbot,
írásvetítő, írásvetítő fólia

Végrehajtás

A hat darab kristályosítócsészét helyezzük el az írásvetítőre, és jól látható számokkal írjuk alá vagy fölé: +2, +3, +4, +5, +6 és +7! Készítsük el az előbbieken felsorolt adatokat!

A +2-es feliratú csészébe öntsünk néhány cm^3 MnSO_4 -oldatot!

A +3-as feliratú csészébe is töltsünk MnSO_4 -oldatot, adjunk hozzá néhány csepp kénsavat, majd kevergetés közben csöpögtessünk hozzá KMnO_4 -oldatot, úgy, hogy minden csepp után jól keverjük meg a csésze tartalmát! A csepegtetést addig folytassuk, míg az oldat rózsaszínű nem lesz!

A +4-es feliratú csészébe öntsünk néhány cm^3 MnSO_4 -oldatot, majd keverés nélkül csöpögtessünk bele KMnO_4 -oldatot! Figyeltessük meg, hogy a becseppenéskor barna csapadék jelenik meg, ez a MnO_2 !

A +5-ös feliratú csészébe öntsünk néhány cm^3 KMnO_4 -oldatot, és kb. ugyanolyan térfogatú 50 tömeg%-os NaOH -oldatot adjunk hozzá, míg a kék szín megjelenik!

A +6-os feliratú csészébe öntsünk néhány cm^3 KMnO_4 -oldatot, adjunk hozzá néhány csepp 6 mol/dm^3 koncentrációjú NaOH -oldatot, majd néhány csepp Na_2SO_3 -oldatot, míg az oldat színe zöldre változik!

A +7-es feliratú csészébe öntsünk néhány cm^3 lila KMnO_4 -oldatot!

Magyarázat

A mangán különböző oxidációs számú állapotaiban a következő színű lehet:

+2 oxidációs számú állapot (Mn^{2+}): színtelen,

+3 oxidációs számú állapot (Mn^{3+}): rózsaszín,

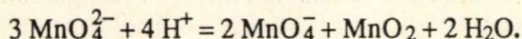
+4 oxidációs számú állapot (MnO_2): barna,

+5 oxidációs számú állapot (MnO_4^-): kék,

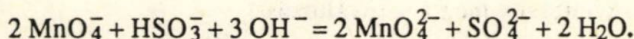
+6 oxidációs számú állapot (MnO_4^{2-}): zöld,

+7 oxidációs számú állapot (MnO_4^-): lila.

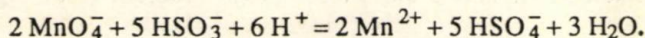
A kialakult színek egy része csak néhány percig változatlan, mert diszproporcionálódás következtében fokozatosan változhat az oldatok színe. Például a manganátion a következőképpen alakulhat át:



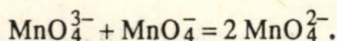
A manganátionok kialakulásának egyenlete:



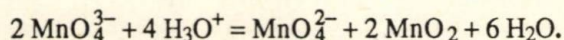
Savas közegben ez a redukció itt nem áll meg, hanem egészen Mn^{2+} - ionok képződéséig folytatódik:



A hipomanganát- és a permanganátion között színproporció mehet végbe:



Savas közegben a hipomanganátion diszproporcionálódik:



4. A vas-, a kobalt- és a nikkellion változó oxidációs száma

A vas-, a kobalt- és a nikkelatomban az elektronszerkezetére jellemző, hogy a 4s-pályán 2 elektron van, a 3d-pályákon pedig 6, 7, illetve 8 elektron található. Mindhárom fém előfordulhat oldatokban +2-es és +3-as oxidációs állapotban. Mint az atomszerkezet alapján várható is, az egyes fémek esetében a +2-es és a +3-as oxidációs állapot eltérő stabilitású. Minthogy mindegyik ionban vannak gerjeszthető elektronok, ezért valamennyi a kísérletben szereplő ion szép színes. A kísérletet az atomszerkezet tanításakor annak a szemléltetésére is bemutathatjuk, hogy az oxidálódás az O_2 , O , Cl_2 sorrendben nő.

A kísérlet elvégzéséhez szükséges

anyagok

5 cm^3 $0,5 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú vas(II)-klorid-oldat,

5 cm^3 $0,5 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kobalt-klorid-oldat,

5 cm^3 $0,5 \text{ mol/dm}^3$ -es nikkell(II)-só-oldat, 15 cm^3 2 mol/dm^3 koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat,

4 cm^3 30%-os hidrogén-peroxid-oldat,

5 cm^3 klóros víz (vagy brómos víz)

eszközök

kémcső 6 db, kémcsőállvány, 10 cm^3 -es mérőhenger 6 db.

Öntsünk három kémcsőbe 5-5 cm³ vas-, kobalt-, nikkelsóoldatot! Adjunk mindegyikhez 5-5 cm³ nátrium-hidroxid-oldatot! Figyeljük meg és jegyezzük fel a leváló csapadékok színét!

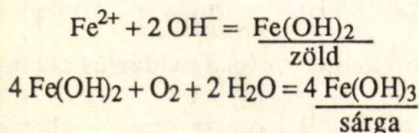
A vas(II)-hidroxidot tartalmazó kémcsövet erőlyesen rázogassuk 2-3 percig, figyeltes-
sük meg a színváltozást!

A kobalt(II)-hidroxid-csapadékot tartalmazó kémcsövet is rázzuk annyi ideig, mint az
előzőt, változást nem tapasztalunk! Adjunk kb. 2cm³ tömény hidrogén-peroxid-oldatot
a csapadékhoz, figyeltes-
sük meg a színváltozást!

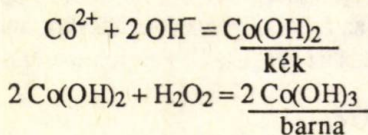
A nikkell(II)-hidroxid-csapadékot is rázogassuk, változás nem történik, majd öntsük át
a csapadék egy-egy részletét két újabb kémcsőbe! Az egyik részhez adjunk 2 cm³
hidrogén-peroxid-oldatot, figyeltes-
sük meg, hogy szemmel látható változás nem törté-
nik! A másik részlethez öntsünk 5 cm³ klóros (vagy brómos) vizet, figyeltes-
sük meg a
színváltozást!

Magyarázat

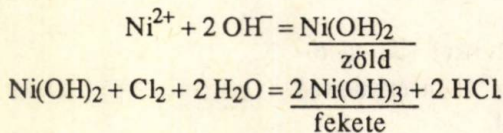
Minél távolabb van a d-pálya a telítettségétől (10 elektron), annál könnyebben ad le az
atom további elektront, mint láttuk a vas esetében a +3-as oxidációs számú állapot a
stabilis:



A kobalt(II)ion levegő hatására nem oxidálódik, naszcens oxigén hatására viszont
átalakul kobalt(III)ionná:



A nikkellionnak a +2-es oxidációs számú állapota a stabilis, mert mint láttuk sem oxigén,
sem naszcens oxigén hatására nem oxidálódik, csak a még erőlyesebb oxidáló hatású halo-
gének oxidálják +3-as oxidációs számú állapotba:



5. A színproporció egyszerű szemléltetése

Egyszerű eszközökkel és vegyszerekkel szemléltethetjük a színproporció jelenségét a réz példáján.

A kísérletek elvégzéséhez szükséges

anyagok

90 cm³ 0,01 mol/dm³ koncentrációjú réz-szulfát-oldat, 15 cm³ tömény ammónium-hidroxid-oldat, 10 g rézforgács, desztillált víz

eszközök

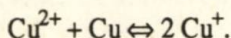
150 cm³-es csiszolt dugós Erlenmeyer-lombik (vagy gumidugós lombik), 100 cm³-es mérőhenger, vegyszereskánál, Bunsen-égő,

Végrehajtás

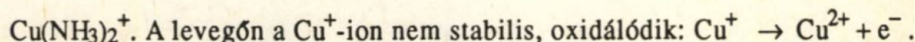
90 cm³-nél kicsit több desztillált vizet forraljunk ki, hogy az oldott oxigén eltávozzék belőle! Lehűlés után oldjuk fel benne a táramérlegesen lemért kristályos réz-szulfátot! Szórjunk az oldatba kb. 10 g rézforgácsot, adjunk hozzá 15 cm³ tömény ammóniaoldatot, majd zárjuk le a lombikot! Hagyjuk állni, közben néha figyeljük meg a színt! Kb. 1 óra alatt észrevehetően halványodik a szín, két óra után pedig teljesen színtelen lesz az oldat! Ha a dugót kivesszük, néhány perc alatt ismét megkékül az oldat.

Magyarázat

Az oldatban a következő redoxifolyamat megy végbe:



A Cu²⁺-ion mind a hidratált formában, mind a tetrammin-komplex formájában kék. A diszproporcióval létrejövő Cu⁺-ion az ammóniával színtelen komplexet képez, amelynek az összetétele:



Irodalom

- [1.] Rózsahegyi Márta – Koszta Katalin: Régi kísérletek új kivitelben. Kém. Tan., XXVIII, 2 (1989)
- [2.] Pais István: Kémiai előadási kísérletek. Tankönyvkiadó, Budapest 1977.
- [3.] Shakhshiri, B.Z.: Chemical demonstrations. Univ. of Wisconsin Press 1983.

Tanítsuk a kémiát kísérleti alapon!

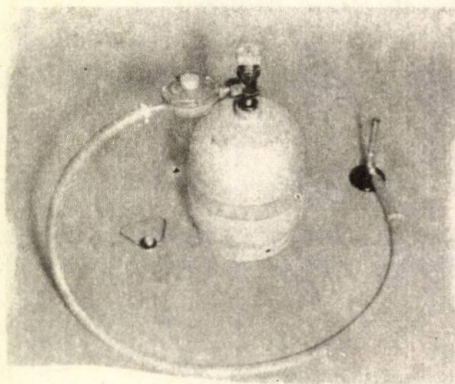
A kémiai ismeretek kialakításában elsődleges szerepe van az egyes anyagokon látható jellemzők – és ezek változásai – bemutatásának, a kémiai kísérleteknek. Erre kell, hogy épüljön a tapasztalatszerző megfigyelés és az ismeretelemeket feltáró elemzés. Napjainkban elengedhetetlen az empiriára épülő, cselekvéssel formált természettudományos szemlélet kialakítása az általános iskolákban ugyanúgy, mint a középfokú oktatási intézményekben.

Több éve kémiát tanító kollégák tapasztalatai azt igazolják, hogy a tanulók ismeretei szilárdabbak lesznek, a tanítási órák vonzóbbá válnak, ha tapasztalati tényanyagból és ehhez szorosan kapcsolódó elemzéssel alakítjuk ki a fogalmakat. Kezdetben a tantárgy megszeretetésében talán a legnagyobb szerepet a kísérletek élményt indukáló látványa jelentheti.

A tantárgy iránti érdeklődés fokozására, a kis településeken élő tanulók közötti tehetséggondozás koncepciójához csatlakozva a TIT Baranya megyei szervezete Kémiai Szakosztálya kezdeményezésére az általános iskolai tananyaghoz kapcsolódó, azt kiegészítő kísérleti tematikát állítottunk össze. Ezen feladatok elvégzése kapcsán merült fel olyan hordozható, könnyen kezelhető energiaforrás igénye, melynek segítségével minden kísérlet elvégezhető, bemutatható.

A készüléket Sárospatakon a Kémiatanárok Országos Konferenciáján mutattuk be, miután előzetesen a gyakorlatban többször kipróbáltuk. Tárgyalásaink eredménnyel jártak, és a Déldunántúli Gázmű megkezdte a JPTE Tanárképző Kara Kémiai Tanszékén és a II. Sz. Gyakorló Általános Iskolájában laboratóriumi célra kifejlesztett PÉBÉ GÁZÜZEMŰ BUNSEN-ÉGŐ gyártását. A garantáltan üzembiztos, könnyen kezelhető készülék megrendelhető turista gázpalackkal vagy anélkül.

A DDGÁZ a két kg töltő súly alatti bármely palackot biztosítja. A két kg töltő súlyt meghaladó méretű gázpalackhoz vagy kiépített pébégázvezetékhez az eszköz nem csatlakoztatható!



Irányár: 2 kg-os PB-gázpalackkal együtt 2200,- Ft. Feltét palack nélkül: 1400,- Ft. A készülékhez részletes használati utasítást mellékelünk. Megrendelhető: Déldunántúli Gázszolgáltató Vállalat, Kereskedelmi projekt (Pécs, Felszabadulás u. 107.). Szállítást szabályszerű megrendelő alapján utánvétellel is vállalnak.

Kémiaesetek a hetedik és nyolcadik osztályban

Ezzel a címmel szeretnénk közzé tenni az elmúlt bő év munkáját, talán segítséget tudunk adni a kémia tanításának hatékonyabbá tételéhez.

1987 augusztusában adták át iskolánkat (Belvárosi Általános Iskola – Békéscsaba), ének-zene és német tagozatos. Szerencsénkre fokozatosan bővült a számítógéppark, pillanatnyilag 20 db. Commodore +4-es gép áll a rendelkezésünkre. Ezt természetesen ki is használják, még SZÁMALK gyakorlatot is tartanak nálunk.

Elkészültek a hetedikes és nyolcadikos kémia számítógéppel történő feldolgozásával, hetedikben inkább a munkatankönyvhöz, nyolcadikban mindkét tankönyvhöz jól használható. Természetesen ezt ki is próbáltuk, jó eszköznek bizonyult, hogy „hatékonyabbá” és „érdekebbé” tegyük a kémiát.

A gyerekek nagyon sok szabad idejüket szánják rá (persze nem valamennyi), hogy gyakoroljanak a programokkal. A természettudományi előadóban (fizika-kémia) egy számítógép van, ezért ezt csak „feleltetésre”, ritkábban gyakorlásra is használom. Alkalmanként (órán, korrepetálásokon többször), amikor bejutunk a számítástechnika terembe (nagy a leterheltsége) természetesen a gyerekek gyakorolnak. Annyira bele tudnak merülni a gyakorlásba, hogy a kicsengetést sem veszik észre. A számítógép nagyon jó eszköz a motíváláshoz, a programunk viszont a gyakorláshoz nyújt segítséget.

Milyen ez a program? Nem igényel semmilyen számítástechnikai alapismeretet, csak a számítógépbe kell betölteni a programot. Használatát a megjelenő első kép közli. Tanítási egységekre lebontva egyszerű kiegészítéssel módszerrel dolgozva fel a hetedikes és nyolcadikos kémiát. Egy-egy programrész tartalmát a mellékletben ismertetjük. (A programok a hosszúságuk miatt plusz/4-es számítógépen futnak. A sok téma miatt egy 30 perces kazetta is csak szűkösen elég. A hetedik osztály nyolc, a nyolcadik osztály 9 részből áll.) Minden kérdés után 4 válaszból kell kiválasztani a helyeset, esetleg a helytelent. A program felhasználható „feleltetésre” és „gyakoroltatásra” is. A gyakorlásnál a tanulót értékeli válaszonként a gép, jelzi a jó választ és zenél, majd további kérdéseket ad fel. Hibás válasz esetén torz zenét játszik, és újra felteszi a kérdést, de a válaszokat megkeveri. A jó válasznál az előzőekben leírtaknak megfelelően reagál a program, de megerősítésképpen ki is írja a helyes választ. Ha újra hibás a válasz, akkor is hasonlóan jár el (második hibás válasz), kiírja a jó választ, de nem ad új kérdést, hanem megismétli a hibás válasznak megfelelő kérdést (a válaszok sorrendje most is más), melyre a helyes válasz ismeretében már illik jól válaszolni, illetve a program addig kérdez az előző szisztéma szerint, amíg nem válaszol jól a kérdezett. A gyakorlás végén a hibás válaszoknak megfelelő kérdést újra feladja a program szorgalmi feladatként, mindaddig amíg az első válasz nem lesz hibátlan. Minden kérdés annyiszor szerepel, ahányszor hibázott a kérdezett. A program jelzi a hibás válaszok számát. Az értékelő résznél is ezeket a kérdéseket teszi fel a program, de csak 1-szer, a válasz utáni felvillanás jelzi a hibás választ, a helyes válasznál ez elmarad. A feladatsor megoldása végén megjelenik a „felelő” százalékos teljesítménye.

Ennyit a programról, melyet Schneider Ferenc programtervező készített, én a feladatsort írtam bele. Ezúton szeretnénk megköszönni Rácz Fodor Benőnek és munkatársának Kis Juditnak, valamint Deák Lászlónak hasznos és értékes tanácsait. (Valamennyien a Juhász Gyula Tanárképző Főiskolán dolgoznak.)

Melléklet (programok témái)

Kémia 7/1-1

Halmazállapot-változások .
Keverékek készítése és szétválasztásuk.
Oldatok készítése.
Kísérletek oldatokkal.
Többkomponensű rendszerek szétválasztása

Kémia 7/1-2

Az égés.
Gyors égés.
Lassú égés.
Kémiai reakcióra vezető kölcsönhatások

Kémia 7/2-1

A vegyület.
Elemek és csoportosításuk.
A képlet.
Avogadro-állandó

Kémia 7/2-2

Elemi részecskék.
Az atommag felépítése.
Az elektronhéjak szerkezete.
Nemesgázok elektronhéj-szerkezete.
Periódusos rendszer

Kémia 7/3

Ionos kémiai kötés.
Ionvegyületek.
Kovalens kötés.
Poláris kovalens kötés.
Fémes kötés

Kémia 7/4-1

Kémiai egyenletek és jelentésük.
Sztöchiometria.
Oldatok koncentrációja

Kémia 8/1-1

Nemfémek jellemzői.
Hidrogén.
A víz.
Halogének (klór) .
Halogenidek

Kémia 8/1-2

Oxigéncsoport (oxigén, kén).
Kénvegyületek.
Nitrogéncsoport és az ammónia.
Nitrogén-oxidok és a salétromsav

Kémia 8/1-3

A foszfor és vegyületei.
IV. főcsoport (szén).
Fontos szénvegyületek.
Szilícium és vegyületei

Kémia 8/2-1

A fémek fizikai tulajdonságai.
A fémek kémiai tulajdonságai.
Alkálifémek.
A nátrium fontosabb vegyületei

Kémia 8/2-2

Alkáliföldfémek.
Kalciumvegyületek.
Az alumínium és a vas.
Az alumínium- és vasgyártás

Kémia 8/3-1

Szénvegyületek tulajdonságai.
Szénvegyületek szerkezete.
Telített szénhidrogének

Kémia 8/3-2

A kőolaj és a földgáz.
Telítetlen szénhidrogének.
Alkoholok.
Oxidogénvegyületek

Kémia 7/4-2
Redoxreakció.
Egyesülés és bomlás.
Reakciósebesség

Kémia 7/4-3
Vegyületek oldódása vízben.
Oldatok kémhatása.
Sav-bázis reakciók

Kémia 8/3-3
Karbonsavak.
Karbonsavak származékai.
Szénhidrátok.
Összetett szénhidrátok

Kémia 8/3-4
Aminosavak.
Fehérjék.
Műanyagok

SZUNYOGHNÉ RÉVBÍRÓ JUDIT
Budapest

A Calderoni (volt Tanért) Műszer – Taneszközugyártó és Forgalmazó Vállalat bemutatja új termékét

1989. március 1-ével vette fel a Tanért Vállalat a Calderoni Műszer-Taneszközugyártó és Forgalmazó Vállalat nevet. Jogelődjét – a Calderoni céget – 1819-ben alapította Calderoni István olasz származású optikus. 130 éven keresztül 1819-től 1949-ig mérőműszereket, optikai eszközöket és modern taneszközöket gyártott és forgalmazott, mellyel komoly nemzetközi hírnévre tett szert.

1949-től a cég neve és profilja sok változáson ment át, 1968-tól immár Tanértként működött, és mechanikai, biológiai taneszközök, valamint iskolabútorok fejlesztésével és forgalmazásával foglalkozott. Ezt a profilt szeretnénk megőrizni úgy, hogy a nagy előd nevéhez is méltók legyünk.

A „Műanyagok gyűjteménye” elnevezésű új eszközünk áprilisban jelent meg a boltokban.

A mindennapi életben egyre nagyobb számban vesznek körül bennünket műanyagok, mégis kevésbé ismerjük azokat. Nagy segítséget jelenthet egy olyan eszköz, mely csoportosítva mutatja be az általános és középiskolában tanult műanyagfajtákat. A gyűjtemény közismert, használati tárgyakat tartalmaz, így életközelségével, jobban motiválja a tanulókat. Az eszköz demonstrációs célt szolgál, elősegíti az elmélet és gyakorlat közötti kapcsolatteremtést, illetve állandó kiállítási tárgy lehet.

A gyűjtemény 16-féle műanyagot tartalmaz, ennek megfelelően 16 egységből áll. Egy egységben, egyféle műanyagból 3-5 különböző használati tárgy szerepel.

A gyűjtemény a következő műanyagokat mutatja be:

1. Polietilén
2. Polipropilén
3. Poli(vinil-klorid) - lágy PVC
4. Poli(vinil-klorid) - kemény PVC
5. Polisztirol
6. Poli(tetrafluor-etilén)
7. Poli(metil-metakrilát)
8. Poliizoprén
9. Polibutadién
10. Poliuretán
11. Poliamidok
12. Poliészterek
13. Fenoplasztok
14. Aminoplasztok
15. Szilikonok
16. Cellulóz alapú műanyagok

A használati tárgyak műanyag-fajtánként külön, összesen 16 db, mindkét oldalán átlátszó, műanyag, vákuumszívott tárolóba kerülnek. A vákuumformák követik, illetve megközelítik a tárgyak alakját, így azok rögzítéséről nem kell külön gondoskodni.

Az egységek felső és alsó szélétől számítva kb. 3 cm-es sávban a műanyag megnevezése szerepel.

Az eszköz tartozéka a tanszerismertető.

Csoportképzési módszer kémiai tanulókísérletek végeztetéséhez

A differenciált tanulói munkáltatás egyik alapformája a csoportmunka. Az évek során egyre inkább törekedtem arra, hogy problémái közül minél többet meg tudjak oldani. Így:

- a feladatnak megfelelő csoport képzése,
- nagy időeltérés a teljesítmény gyorsaságában,
- egyenletes teljesítmény csoporton belül,
- a deviancia kialakulása,
- a csoport érdektelensége,
- tanári irányítás módja, mértéke stb.

A szóban forgó metodika kialakítására szakközépiskolánk elsőseinek kémiaóráján a Kémiai elemek és a szerves kémia c. témakört követő tanulókísérlet során került sor. (Ez a tanulókísérleti feladatsor nem a klasszikus értelemben vett, mert számítási feladatokat is tartalmaz önálló egységként, mint látni fogjuk a későbbiek során.)

Az érintett osztályt két nagy egységre bontottam: 18 lány vett részt a csoportképzési kísérletben 6 • 3 fős csoportban, 19 pedig az osztálynévsor második felének sorrendben történő beosztásával képzett 5 • 3, illetve 1 • 4 tagú csoportot.

Ezt a módszert azért tartottam alkalmazhatónak, mert a megelőző három tantárgyi témakört záró dolgozat átlagát és az osztályzatok szórását tekintve a két osztályfél között gyakorlatilag nem volt különbség ebben az osztályban (1.b; 1987). Ez a véletlen kíváncsú a későbbi következtetések elfogadása szempontjából.

A két nagy egység egymást követő 2-2 összevont órán végezte el az előírányzott 5 kísérletet. Ezekhez az utasításokat előre leírva találták az asztalukon.

Lényegük a következő volt:

- I. KBr-oldat + kevés majd több klóros víz;
KCl-oldat + brómos víz.
- II. a) Kénpor fokozatos melegítése;
b) Százalékszámítási feladat.
- III. a) Szökőkút-kísérlet ammónia előállítása után;
b) A kén és foszfor néhány vegyületének felépítése pálcikamodellből.
- IV. a) Két adszorpciós kísérlet faszénnel;
b) Égéshő, reakcióhő számítása.
- V. Szén-dioxid majd szénsav előállítása; indikátorok használata.

A csoportok asztalán elő volt készítve a szükséges anyag, illetve kellékrész mind az 5 kísérlethez. Azért nem dolgozhattam forgószínpadszerűen, hogy a csoportok reális időigényét tudjam figyelni.

Célom volt összevetni a csoportképzési kísérletben résztvevő 6 csoportot egymás közt, illetve a két osztályfél teljesítményét.

Lorge és Solomon modellfelosztása alapján az egy nagy vagy kis gondolati lépésben megoldható feladatok: I., IV. A többi már több lépésben megoldható feladat részben (II.) vagy teljesen (III., V). Ez azért fontos mert szerintük az előző esetben a csoport teljesítményét alapvetően a legproduktívabb tanuló fogja meghatározni, míg a többlépéses esetben a csoport eredménye sokkal inkább közös teljesítmény és kiváló produktivitású egyén nélkül is képesek kiváló munkát végezni.

Tudatosan állítottam össze a kísérletsort a két típus variációjából, hogy e tényező alapvetően ne legyen különbségképző a csoportok között. Mi jelentette akkor az eltérést? A csoportok összetétele. Összetételük, melyet intelligenciamérés alapján változtattam. A Wehler-féle teszttel (MAWI) végeztem a mérést a magyar felnőtt változatot alkalmazva. A gyerekek 15-16 évesek voltak. A verbális próbák közül az Összehasonlítás-próbát végeztem, tekintettel néhány előnyére: utal a gondolkodás folyamatának szerkezetére, fejlettségére; az összehasonlítás-próbával a leginkább összefügg, illetve a többi részpróbával is. A cselekvési próbák közül a Képiegészítés próbáját használtam, mivel ez utal a kézügyességre, a vizuális tárgyfelismerésre, az azonosító képességre, az adott ismeretkör részletességére. A másik cselekvési próbánk a Mozaikpróba volt, mely a manuális, analízis és szintetizáló teljesítménnyel is jól korrelál.

E három próbát olyannak tartom, melyek összegyűjtik azon képességek nagy részét, amelyek a kémiai tanulókísérlet során lényeges teljesítménybepolyásolók. A próbák részletes ismertetése igen helyigényes, ezért inkább utalok rá, hogy mindenki számára hozzáférhető *Kun Miklós – Szegedi Márton: Az intelligencia mérése c. könyvükben.*

A született nyerspontokat és átszámított értékpontokat a 18 tanuló esetén az 1. táblázat foglalja össze. A személyszám az osztálynaplóban elfoglalt helyüket jelenti.

1. táblázat

Személyszám	Összehasonlítás próba		Képiegészítés		Mozaikpróba		Összes értékpont
1.	11	9	7	6	30	15	30
2.	19	14	12	13	21	11	38
3.	14	10	8	8	31	15	33
4.	10	8	8	8	30	15	31
5.	20	14	12	13	26	13	40
6.	13	10	9	9	31	15	34
7.	19	14	13	15	29	15	44
8.	19	14	12	13	38	18	45
9.	12	9	8	8	22	11	28

Személy- szám	Összehasonlí- tás próba		Képkiege- szítés		Mozaik- próba		Összes értékpont
10.	7	7	6	5	16	8	20
11.	11	9	9	9	34	17	35
12.	21	15	12	13	29	15	43
13.	10	8	9	9	28	14	31
14.	18	13	11	11	38	18	42
15.	6	6	5	4	11	6	16
16.	19	14	13	15	34	17	46
17.	13	10	8	8	27	14	32
18.	11	9	9	9	35	17	35

Az egyéni értékek figyelembevételével a következő csoportokat képeztem:

1. Kiemelkedők csoportja a 16., 8., 7. sorszámú gyerekből áll, (44-46 értékpont);
- 2-3. Vegyes csoportok: 1., 11., 14., és 12., 13., 18.
(30-43 értékpont);
- 4-5. Közepesek csoportjai: 2., 4., 5. és 3., 6., 17.
(31-40 értékpont);
6. Leggyengébbek csoportja: 9., 10., 15.
(16-28 értékpont).

Hogyan értékeltem a végzett munkát?

Három szempontot emeltem ki:

- a) Egyrészt az eredményességet vizsgáltam, azaz, hogy mennyiben teljesítette a csoport a konkrét feladatot. Feladatonként 0-10 pont közt értékeltem (a,b részfeladatnál külön-külön).
- b) Másrészt figyelemmel kísértem, hogy az egyes feladatot mennyi idő alatt oldja meg a csoport. Ezt füzetükbe rögzítették a gyerekek.
- c) Pszichikai szempontokat is figyeltem. Így a munkavégzés közös jellegét; a megértést, munkahangnemet a csoporton belül; segítségkérés módját, gyakoriságát.

1. Az eredményesség alapján

- a) A legjobb teljesítményt a vegyes csoportok (2-69 pont; 3-71 pont) nyújtották a kiemelkedők előtt. Az ő értékpontszintjük még elég közel állt a kiemelkedők csoportjához.

hoz (1.), azokkal ellentétben azonban nem vitatkoztak oly hevesen munka közben és az igényelhető tanári segítséget sem vették el hiúsági okból.

b) A leggyébrebb teljesítményt a 6. csoport, a leggyengébbek nyújtották (38 pont). Bár egységesen, higgadtan dolgoztak, az adott feladatsor eszerint mindannyiuk számára nehéznek bizonyult.

c) Összevetve az osztály másik felével, azt láthattam, hogy a legmagasabb és a legalacsonyabb pontértéket, illetve a magasabb átlagot az intelligencia részmérés alá vetett osztályfél mutatja. Ez arra enged következtetni, hogy egyrészt nem volt érdemtelen ez az új csoportképzési didaktika, másrészt, hogy a legalacsonyabb értékpontú csoportot ne hozzuk létre külön egységként.

2. Az időigény alapján

a) A legjobb teljesítményt az egyik közepes (4.–70 perc) és az egyik vegyes (3.–68 perc) csoport nyújtotta.

b) Legtovább dolgoztak a 6. csoport lányai (82 perc). Tanári segítséget sem kértek szívesen, türelmem ellenére félve attól, hogy olyan ismeretek birtokában sincsenek, amiket én minimálisként elvárnék.

c) A két osztályfelet összevetve azt láthattam, hogy a rendelkezésre álló idő 2 csoportnak nem volt elegendő. (Őket, még időben úgy irányítottam, hogy az egyik számítási feladatot otthon fejezzék be.) A két csoport az intelligenciamérés nélküli osztályfélből került ki. Ez megint arra enged következtetni, hogy elfogadható ez az új csoportképzési módszer.

3. Összegezve:

a) Mind az eredményességet, az időfaktort és pszichikai tényezőket figyelembe véve (természetesen ezeket nem lehet ilyen mereven szétválaszani a kísérlet végső eredményére tett hatást illetően, mert mindegyik benne hat a másik kettőben egyidejűleg) a tanulói csoportmunka hatékonyságát fokozza az intelligencia részmérés felhasználása, így alkalmazása kívánatos.

b) Az értékpont mérték alapján nem célszerű a legkiemelkedőbbek és a leggyengébbek csoportjának képzése.

c) Legjobban a vegyesek (nem közepesek) csoportja képes dolgozni, ahol is nincsenek jelen a legnagyobb és legkisebb pontértékűek, de mégis vannak jobb és gyengébb képességűek a csoporton belül, így az egy és a több gondolati lépcsőben megoldható feladatok elvégzésére is eredményesen képesek. Az eltérés a csoporttagok között nem nagy, ezért jól képesek egymáshoz alkalmazkodni a közös munkavégzés érdekében.

Irodalom:

Pataki Ferenc: Csoportlélektan. Gondolat, Budapest 1980.

Dr. Nagy József: A témazáró tudásszintmérés gyakorlati kérdései.

Tankönyvkiadó, Budapest, 1972.

Kun M.–Szegedi M.: Az intelligencia mérése. Akadémia kiadó, Budapest, 1972.

Tankönyvismertetés

1990. szeptemberétől kerül bevezetésre a gimnáziumok II. osztályában az új – párhuzamos – kémiatankönyv (rsz: 13240).

Szerzője dr. Pfeiffer Ádám az Apáczai Csere János Gyakorló Iskola igazgatója. Az alábbiakban részleteket közlünk a tankönyvből.

Előszó

A gimnázium első osztályának kémiaóráin megismerkedtünk a kémia legfontosabb alapfogalmaival, az atomok és molekulák felépítésével; jellemeztük a halmazokat és az alapvető kémiai folyamatokat. Olyan ismereteket szereztünk, melyek valamennyi elemre, valamennyi vegületre, azok változásaira általában alkalmazhatók.

A kémiának ezt az ágát, mely az általános összefüggéseket vizsgálja, *általános kémiának* szokás nevezni. Az egyes anyagokat külön-külön, részletesen vizsgáló tudományág a *leíró kémia*. A leíró kémia két ága: a szervetlen és a szerves kémia.

Ez a tankönyv a szerves kémia alapjaival igyekszik megismertetni benneteket.

A könyv szerkezete eltér a szokásostól. A *páratlan* oldalakon – a jobb oldalon – olvashatjuk a tulajdonképpeni tananyagot. A páros oldalakon – a bal oldalon – a tananyaghoz kapcsolódó kísérletek leírásai, rajzai, a tananyagot kiegészítő, magyarázó ábrák, fényképek, táblázatok, érdekes információk és feladatok találhatók.

Az egymás melletti – jobb és bal oldali – szövegek általában összefüggenek egymással. Egymást kiegészítve, együtt adják a témák teljes, a mindenki számára szükséges ismeretanyagát.

A könyv végén levő fejezet az önellenőrzést, az ismeretek rögzítését szolgálja. Egy-egy nagyobb témakör befejezésekor ajánlatos megoldani az itt található feladatokat.

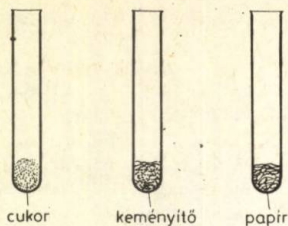
Reméljük, hogy a szerves kémia tanulása során tovább bővül a világról szerzett képünk, megismerjük mindennapjaink nélkülözhetetlen vegyeleteit, és kialakul bennünk a készség a vegyszerek gondos, felelősségteljes használatára.

Tartalom

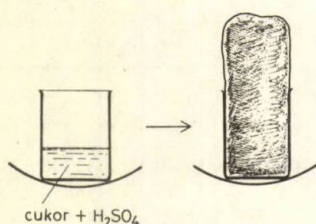
Előszó	3
Bevezetés a szerves kémiába	5
A szerves kémia kialakulása, tárgya	5
A szerves vegyületek jellemzése	9
A szerves vegyületek csoportosítása	15
Szénhidrogének	19
Telített szénhidrogének (alkánok vagy paraffinok)	19
A metán, CH_4	19
Egyéb telített szénhidrogének	25
A földgáz és a kőolaj	39
Telítetlen szénhidrogének	45
Az alkének	47
Az etilén (etén), C_2H_4 , $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	47
Egyéb alkének (olefinek)	53
Több kettős kötést tartalmazó szénhidrogének	57
A butadién	57
Az izoprén	59
A kaucsuk és a gumi	61
Az alkinek (acetilén-szénhidrogének)	63
Az acetilén (etin), C_2H_2 , $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	63
Aromás szénhidrogének	67
A benzol, C_6H_6	69
Egyéb aromás szénhidrogének	73
Heteroatomokat tartalmazó szerves vegyületek	79
Halogéntartalmú szénvegyületek	79
Gyakorlati szempontból fontos halogénszármazékok	83
Oxigéntartalmú szénvegyületek	87
A hidroxivegyületek	87
Az alkoholok	87
Az etil-alkohol (etanol, borszesz), $\text{C}_2\text{H}_5-\text{OH}$	89
Egyéb gyakorlatilag fontos alkoholok	95
A fenolok	99
A fenol (hidroxi-benzol, karbolsav), $\text{C}_6\text{H}_5-\text{OH}$	99
Az éterek	101
A dietil-éter (éter), $\text{C}_2\text{H}_5-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$	103
Az oxovegyületek	105
Az aldehidek	107
A formaldehid (metanal), $\text{H}-\text{CHO}$	109
Az acetaldehid (etanal), CH_3-CHO	111
A ketonok	113
Az aceton (propanon, dimetil-keton), $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$	115
A karbonsavak	117
Az alkánsavak	117
A hangyasav (metánsav), $\text{H}-\text{COOH}$	119
Az ecetsav (etánsav), CH_3-COOH	121
Egyéb fontos karbonsavak	125
Karbonsavészterek	129
Az etil-acetát, $\text{C}_2\text{H}_5-\text{OO}-\text{C}-\text{CH}_3$	131
Kis szénatomszámú észterek	133

Nagy szénatomszámú észterek (viaszok)	135
Gliceridek (zsírok, olajok)	135
Mosószer	139
A szénhidrátok (szacharidok)	145
Egyszerű szénhidrátok (monoszacharidok)	147
A szőlőcukor (glükóz), $C_6H_{12}O_6$	147
A gyümölcs-cukor (fruktóz), $C_6H_{12}O_6$	153
A ribóz, $C_5H_{10}O_5$	155
A 2-dezoxi-ribóz, $C_5H_{10}O_4$	155
Kettős szénhidrátok (diszacharidok)	155
A maltóz (malátacukor), $C_{12}H_{22}O_{11}$	157
A cellobióz, $C_{12}H_{22}O_{11}$	157
A laktóz (tejcukor), $C_{12}H_{22}O_{11}$	159
A szacharóz (nádcukor, répacukor), $C_{12}H_{22}O_{11}$	159
Összetett szénhidrátok (poliszacharidok)	163
A keményítő, $(C_6H_{10}O_5)_n$	163
A cellulóz, $(C_6H_{10}O_5)_n$	167
Nitrogéntartalmú szénvegyületek	171
Az aminok	171
Az amidok	175
Nitrogéntartalmú heterociklusos vegyületek	177
A piridin, C_5NH_5	177
A pirimidin, $C_4N_2H_4$	179
A pirrol, C_4NH_5	181
Az imidazol, $C_3N_2H_4$	181
A purin, $C_5N_4H_4$	183
A fehérjék és az aminosavak	185
Az aminosavak	187
Az amino-ecetsav (glicin)	187
A fehérjék szerkezete	193
A nukleinsavak	197
Műanyagok	203
Természetes alapú műanyagok	205
Szintetikus úton előállított műanyagok (mesterséges alapúak)	205
Polimerizációs műanyagok	205
Polikondenzációs műanyagok	209
Feladatok	211
Szénhidrogének, halogénszármazékok	213
I. Tesztípusú feladatok	213
II. Számítási feladatok	217
III. Kísérletelemzés	218
Alkoholok, fenolok, éterek, oxovegyületek	219
I. Tesztípusú feladatok	219
II. Számítási feladatok	223
III. Kísérletelemzés	224
Karbonsavak, észterek	225
I. Tesztípusú feladatok	225
II. Számítási feladatok	229
III. Kísérletelemzés	230
Szénhidrátok	231
I. Tesztípusú feladatok	231
II. Számítási feladatok	235
III. Kísérletelemzés	237
Nitrogéntartalmú szerves vegyületek	238
I. Tesztípusú feladatok	238
II. Számítási feladatok	242
III. Kísérletelemzés	244
Megoldások	245

Kísérletek



Tegyük egy kémcsőbe vegyszereskanálnyi porcukrot, a másodikba ugyanannyi keményítőt és egy harmadikba szűrőpapír-darabokat! Óvatosan melegítsük mindhárom kémcső tartalmát, amíg változást nem észlelünk!



50 cm³-es főzőpoharat töltsünk meg félig porcukorral! Üvegbot segítségével néhány csepp vízzel keverjük sűrű péppé, majd öntsünk rá annyi tömény kénsavat, hogy ellepje a cukrot! A főzőpoharat helyezzük egy porcelántálba. (Vigyázat!!! A tömény kénsav veszélyes!)

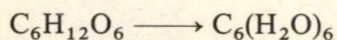
Tapasztaljuk, hogy mind a hő, mind a vízelvonószer hatására a szénhidrátok elszenesednek.

A vizsgálatok megállapították, hogy léteznek olyan vegyületek, melyekben a hidrogén és az oxigén aránya nem 2:1, tulajdonságaik alapján mégis szénhidrátnak tekinthetők (pl.: dezoxi-ribóz), és vannak olyanok is, melyekben fennáll a 2:1 arány, mégsem szénhidrátok (pl.: formaldehid CH₂O, ecetsav CH₃COOH).

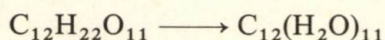
A monoszacharidokat és a diszacharidokat szokás cukorszerű, a poliszacharidokat nemcukorszerű szénhidrátoknak nevezni. A kevés monoszacharid-molekulából felépült összetett szénhidrátokat (2–10) oligoszacharidoknak nevezik (oligo = kevés).

A szénhidrátok (szacharidok)

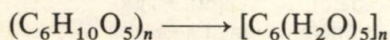
A szénhidrátok az oxigéntartalmú szerves vegyületek különleges, minden élőlényben előforduló csoportja. Ebbe a vegyületcsoportba tartoznak a mindennap használt *cukrok*, a liszt, a burgonya és egyéb növényi részek fő tömegét kitevő *keményítő* és a növények sejtfalát felépítő *cellulóz*. A szénhidrát kifejezés a múlt századból származik, amikor a megismert összegképletek alapján úgy tűnt, mintha ezek a vegyületek a szén „hidrát-jai” lennének.



szőlőcukor



nádcukor



keményítő

A szénhidrátok hevítés vagy vízelvonószér (tömény kénsav) hatására valóban vizet vesztenek és elszéneseznek. Ez a tény azonban csak arra utal, hogy a szénhidrátokban a hidrogén és az oxigén aránya általában olyan, mint a vízben. Valójában a hidrogén- és az oxigénatomok kovalens kötéssel (kötésekkel) kapcsolódnak a szénatomokhoz. Minden szénhidrát-molekulában az oxigénatomok hidroxilcsoportokban, valamint aldehid-, keton- vagy étercsoportokban található.

A természetben sokféle szénhidrát fordul elő, és nagy a mesterségesen előállított vagy elvileg előállítható vegyületek száma is.

Szerkezetük alapján három csoportba sorolhatók:

1. Egyszerű szénhidrátok (*monoszacharidok*)

Hidrolízissel nem bonthatók kisebb molekulájú szénhidrátokra. Vízben oldódnak, édes ízűek (pl. szőlőcukor, gyümölcscukor).

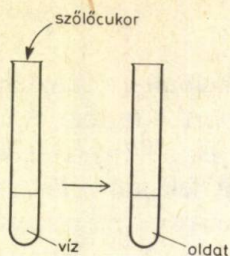
2. Kettős szénhidrátok (*diszacharidok*)

Molekuláik hidrolízissel két monoszacharid-molekulára bonthatók. Vízben ezek is jól oldódnak és édes ízűek (pl. répacukor, tejcukor).

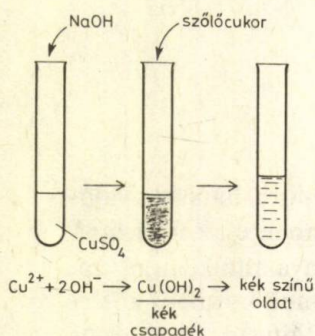
3. Összetett szénhidrátok (*poliszacharidok*)

Hidrolízissel sok monoszacharid-molekulára bonthatók. Vízben rosszul oldódnak, nem édes ízűek (pl. keményítő, cellulóz).

Kísérletek



Fél kémcsőnyi vízbe tegyünk vegyszerkanálnyi szőlőcukrot! Rázzuk össze a kémcső tartalmát!
Ízleljük meg a boltban vásárolt szőlőcukrot (krumplicukrot)!



Egy kémcsőbe tegyünk kb. 3 cm³ réz-szulfát-oldatot, és kb. ugyanannyi nátrium-hidroxid-oldatot! A létrejött csapadékos oldathoz öntsünk annyit a korábban készített szőlőcukoroldatból, amennyitől a csapadék feloldódik. Ez a kísérlet a molekulánként két vagy több hidroxilcsoportot tartalmazó anyagok kimutatására alkalmas. (A glicerint mint háromértékű alkoholt is adja a reakciót.)

Ennek alapján megállapíthatjuk, hogy a szőlőcukor (általában a szénhidrátok) több hidroxilcsoportot tartalmaznak.

Egyszerű szénhidrátok (monoszacharidok)

A molekulákat felépítő szénatomok száma szerint *trióz* (3), *tetróz* (4), *pentóz* (5), *hexóz* (6), *heptóz* (7) általános névvel nevezzük el az egyszerű szénhidrátokat. (A nevek a megfelelő görög számnévből és az „-óz” végződésből alakulnak. Az egyes konkrét szénhidrátok nevei is „-óz” végződésűek, pl.: glükóz.)

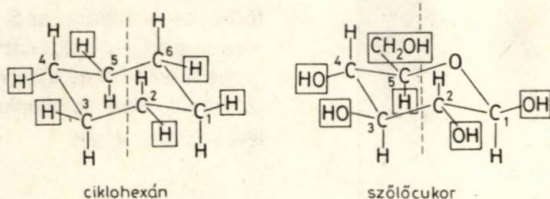
A természetben a leggyakoribbak és a legfontosabbak a *pentózok* és a *hexózok*.

A szőlőcukor (glükóz), $C_6H_{12}O_6$

Hexóz.

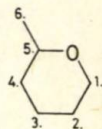
Fehér színű, kristályos anyag, vízben jól oldódik. Melegítve – olvadás közben – bomlik, megsárgul (karamellizálódik).

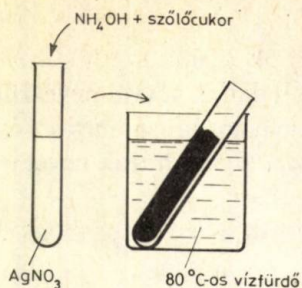
Molekulájában öt szénatom és egy oxigénatom *hattagú gyűrűt* alkot. A gyűrű a ciklohexán-molekulához hasonló térszerkezetű. Attól annyiban különbözik, hogy a gyűrű 1–4. szénatomjaihoz egy-egy hidrogénatom helyett egy-egy hidroxil-, az 5. szénatomhoz egy $—CH_2—OH$ -csoport kapcsolódik, illetve egy CH_2 -csoportot oxigénatom helyettesít:



A szőlőcukor térszerű képletén látható, hogy a hidrogénnél nagyobb térigényű $—OH$ -csoportok, illetve a $—CH_2—OH$ -csoport nem a molekula képzeletbeli *tengelyével párhuzamosan (axiálisan)*, hanem *arra merőlegesen, a molekula síkjában (ekvatoriálisan)* helyezkednek el. Ez a térállás nagyon kedvező, hiszen a nagyobb térigényű csoportok távolabb kerülnek egymástól, mint a tengely menti térállásban.

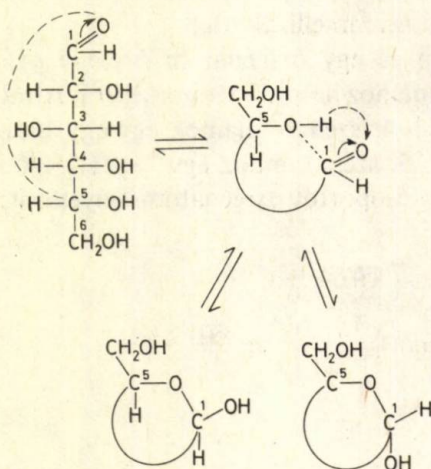
A nehezen rajzolható részletes ábra helyett gyakran a síkra vetített vonalábrával jelezzük a glükóz gyűrűs szerkezetének vázát.





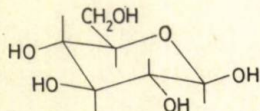
Tegyük tiszta kémcsőbe kb. 5 cm³ 0,1 mol/dm³ koncentrációjú ezüst-nitrát-oldatot, majd öntsünk hozzá annyi 2 mol/dm³ koncentrációjú ammóniaoldatot, amennyitől a kezdetben keletkező sárga csapadék feloldódik! Az így nyert oldathoz adjunk késhegynyi szőlőcukrot! Rázzuk össze a kémcső tartalmát, és tegyük a kémcsövet kb. 80 °C-os vízfürdőbe!

A kémcső falán rövidesen csillogó ezüstbevonat jelenik meg. (Pozitív ezüstsűrítőpróba.)



A nyílt láncú molekulákból a gyűrűs szerkezet úgy jön létre, hogy az 5. és az 1. szénatom egymáshoz közel kerülve, az 1. szénatom aldehidcsoportjának oxigénje átveszi az 5. szénatom hidroxilcsoportjának hidrogénatomját, vele hidroxilcsoporttá alakul, és az 5. szénatom oxigénje éterkötéssel az 1. szénatomhoz kapcsolódik. A folyamatban az 5. szénatom hidroxilcsoportja mintegy „átvándorol” az 1. szénatomra (β vagy α helyzetbe). A gyűrű felnyílásakor az ellenkező irányú folyamat megy végbe.

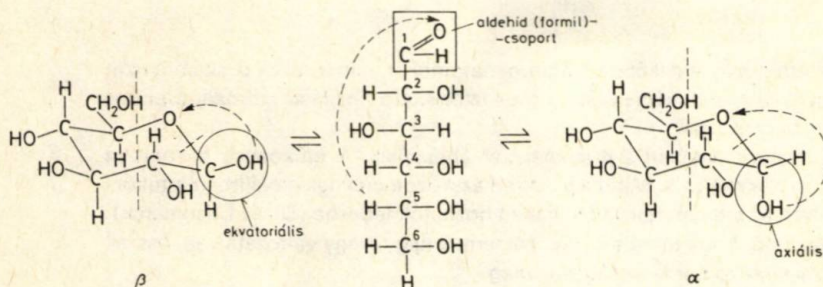
A C₆H₁₂O₆ összegképletű aldohexóz-molekulák nemcsak a glükóznál megtanult szerkezetűek lehetnek. A glükóz-molekulában a 2., a 3. és a 4. szénatomhoz kapcsolódó hidroxilcsoport, valamint az 5. szénatomhoz kapcsolódó —CH₂—OH-csoport (a hidrogénnél nagyobb térigényű csoportok) a molekula képzeletbeli tengelyére csaknem merőlegesen állnak (ekvatoriálisan). Ez a legkedvezőbb térszerkezet. A β-glükózban még a glikozidos hidroxilcsoport is ilyen állású:



A szőlőcukor vizes oldatával elvégzett ezüstitűkörpróba pozitív eredményt ad. Az ezüstkiválást korábban az aldehidek *redukálójaként* magyaráztuk. A redukálóját az *aldehidek jellemző funkció csoportjára*, az **aldehid-(formil)csoportra** vezethető vissza. A szőlőcukor gyűrűs szerkezetében viszont nincs aldehidcsoport.

Minek köszönhető a redukálóját?

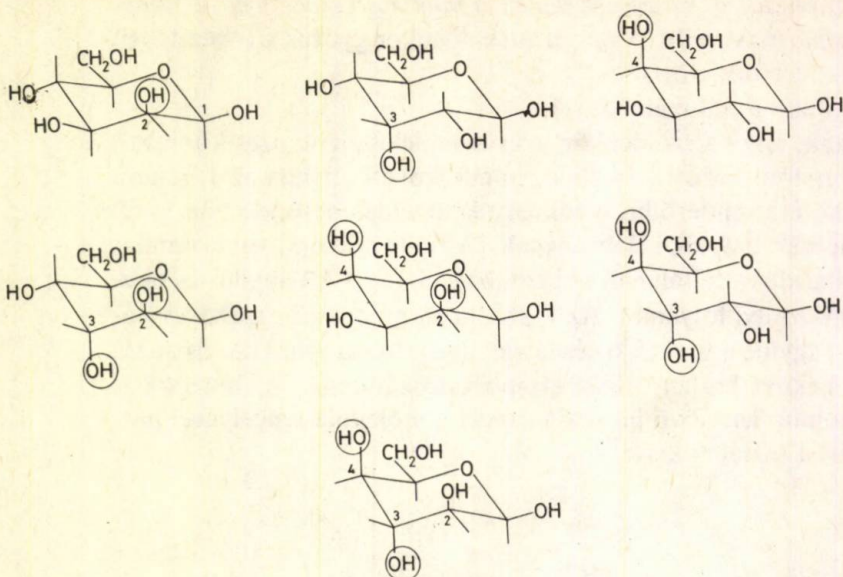
Megállapították, hogy a szőlőcukor gyűrűs molekulája a vizes közegben az 1. és 5. szénatom között felnyílhat, minek következtében az 1. számú szénatomon kötéstrendeződés eredményeként aldehidcsoport jön létre. A szőlőcukrot ezért nevezik **aldohexóznak**. (Az aldehidcsoportot tartalmazó monoszacharidokat általában aldózoknak hívjuk.) A felnyílás és visszazáródás egyensúlyi folyamat. Az 1. számú szénatom a hozzákapcsolódó atomokkal együtt a C—C kötéstengely mentén foroghat. A visszazáródás úgy is bekövetkezhet – igaz kisebb valószínűséggel –, hogy az 1. számú szénatomon létrejövő hidroxilcsoport a molekula tengelyével párhuzamos állásba (axiális) kerül.



Az elmondottakból következik, hogy nyílt láncú molekulákból kétféle szerkezetű – csupán az 1. szénatom OH-csoportjának eltérő térállásában különböző – gyűrűs szőlőcukor kristályosodhat ki. A két eltérő szerkezet megkülönböztetésére a β , és az α jelzőt használjuk. Ha az 1. számú szénatomon kialakuló hidroxilcsoport ekvatoriális állású, akkor β -szerkezetről, ha axiális helyzetű, akkor α -szerkezetről beszélünk.

Megállapították, hogy a β -szőlőcukornak is, az α -szőlőcukornak is két tényszerű lehetséges. A két izomer tükörképe egymásnak, de nem azonosak. Érdekes, hogy a természetben mindkettőnél csak az egyik izomer fordul elő. (A tükörkép-molekulák mesterségesen előállíthatók.) A természetben előfordulókat D, a tükörképeket L betűvel jelöljük. Optikai

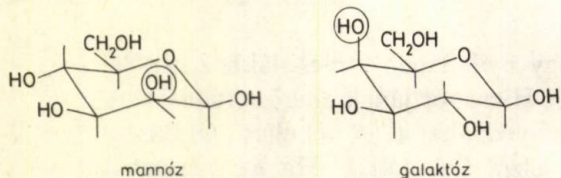
Ha a 2., a 3. vagy a 4. szénatom hidroxilcsoportja vagy egyszerre közülük két vagy három hidroxilcsoport kedvezőtlenebb (axiális) térállásban kapcsolódik, akkor a glükózon kívül az alábbi szerkezetek lehetségesek:



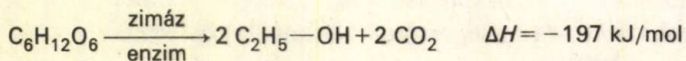
A könnyebb áttekinthetőség érdekében a hidrogénatomokat nem írtuk ki, csak irányukat ábráztuk. Az egyes izomerek képletében a glükóztól eltérő térállású hidroxilcsoportot vagy -csoportokat bekarikáztuk.

A képletek mind a nyolc esetben a β -izomereket ábrázolják. A glükózhoz hasonlóan valamennyinek van α -izomerje is. Mind a β -, mind az α -izomereknek előállíthatók tükörképi párjuk is, melyek az eredeti molekulával nem hozhatók fedésbe (D- és L-izomerek). Ennek alapján belátható, hogy mind a nyolc izomernek négy-négy változata van, összesen tehát 32 aldohexóz-izomer lehetséges elvileg.

A legkedvezőbb szerkezetű glükóz (β -D, α -D) mellett a *mannóz* és a *galaktóz* is elég gyakori a természetben:



A szőlőcukor az alacsonyabb rendű élőlényeknek is energiaforrása. Az élesztőgombák oxigén nélkül (anaerob folyamat) alkohollá erjesztik a szőlőcukrot. A folyamatban felszabaduló kevés energia elegendő életfolyamataikhoz:

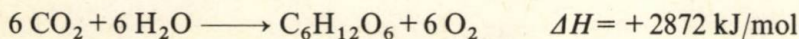


hatásokra a D- és az L-izomerek eltérően reagálnak. Glükóz névvel tehát négy, egymástól kicsit különböző térizomert nevezünk. Megkülönböztetésükre az előzőek alapján a következő neveket használjuk:

β -D-glükóz,	tükörképe: β -L-glükóz,
α -D-glükóz,	tükörképe: α -L-glükóz.

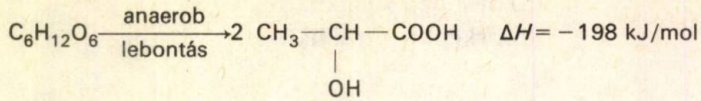
A gyűrűk kialakulásakor keletkező, a szétnyílásnál és egyéb reakciókban is szerepet játszó 1. számú szénatom hidroxilcsoportját – megkülönböztetésül a többi, ún. alkoholos hidroxilcsoporttól – **glikozidos hidroxicsoporthoz** nevezzük.

A szőlőcukor jelentősége igen nagy, hiszen a földi élet energiaforrása. A növényekben fotoszintézis során a napenergia hatására keletkezik:



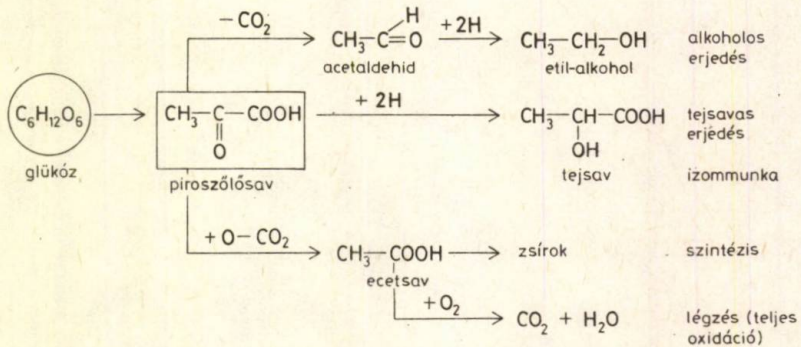
A növények és a növényeket elfogyasztó emberek és állatok – lebontási folyamataik során – a glükózban tárolt napenergiát felszabadítják, és

Hasonlóan „gazdaságtalan” a tejsavbaktériumok energianyerése, és az izmainkban – erős munkavégzés esetén – az oxigén nélkül történő energiafelszabadítás is. Mindkét folyamatban tejsav keletkezik, aminek még jelentős energiatartalma van:

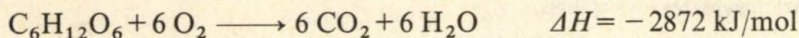


Az izmokban a tejsav természetesen tovább alakul oxigén hatására, és leadja a még meglevő energiát.

Az alábbi összefoglalás a szőlőcukor energiatartalmának – az élővilágban történő – hasznosulását szemlélteti:



hasznosítják életfolyamataikhoz. A levegő oxigénje segítségével végbemelő lebontás (légzés) bonyolult folyamatait – a kiindulási és a végállapot feltüntetésével – az alábbi egyenlet fejezi ki:



Látható, hogy légzéskor a fotoszintézissel ellentétes folyamat megy végbe. Az emberek táplakozásában azért fontosak a gyümölcsök, a zöldségek, a méz, a répacukor, a kenyér, a tésztafélék, a burgonya, mert ezekben a táplálékokban szőlőcukor található, illetőleg olyan anyagok vannak, amelyek a szervezetben glükózzá alakulnak.

A szőlőcukor tömény vizes oldatát (szirup) a konzerv- és az édesiparban használják fel (a 30%-nál töményebb cukoroldat nem erjed). A gyógyaszatban és a sport területén mint gyorsan ható energiaforrást hasznosítják. Iparilag kristályos formában, főleg a burgonya keményítőjének hidrolízisével állítják elő (krumplícukor).

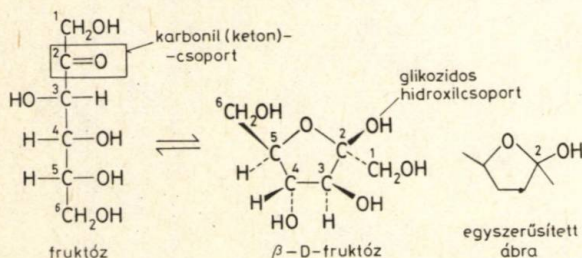
A gyümölcscukor (fruktóz), $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

Ketohexóz.

Összegképletéből látható, hogy a szőlőcukor izomerje.

A fruktóz kristályait is gyűrűs molekulák alkotják. A gyűrűk azonban nem hat-, hanem ötagúak. A 2. és az 5. szénatomot oxigénatom kapcsolja össze. Vizes oldatban ezek a gyűrűk is felnyílhatnak. A nyílt láncú molekulák 1. és 3. szénatomja között karbonil- vagy ketoncsoport található. Ezért nevezzük a fruktózt **ketohexóznak**. (Minden ketoncsoportot tartalmazó szénhidrátot ketóznak hívnak.)

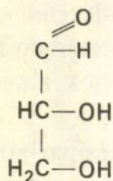
A fruktózmolekulák gyűrűvé záródásakor is β és α típusú gyűrűk keletkezhetnek, a 2. szénatomon kialakuló glikozidos hidroxilcsoport térállása szerint. Mindkettőnek tükörképi izomerje is előállítható (D-, L-fruktóz).



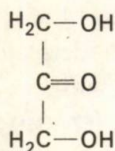
A természetben főleg a gyümölcsök levében (fructus = gyümölcs, latinul), a mézben és – a glükózzal vegyülve – a diszacharidokban (répacukor, nádcukor) fordul elő.

Triózok

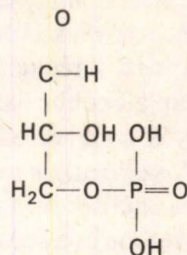
A triózok olyan monoszacharidok, melyek molekuláiban három szénatom található. Az élő sejtekben a szénhidrátszintézisnél és -lebontásnál mint átmeneti termékek jelennek meg foszforsavészter formájában.



glicerín-aldehid
aldotrióz



1,3-dihidroxi-aceton
ketotrióz



glicerín-aldehid-
-3-foszfát

Az öttagú gyűrűs szerkezetekben nem alakul ki a szabályos tetraéderes elrendeződés úgy, mint a hatos gyűrűsekben, de ezeknél a vegyületeknél is – a hidroxilcsoportok térállásától függően – különféle térizomerek lehetségesek.

Feladatok

1. Írjuk fel az aldotetróz összegképletét és konstitúcióját!
2. Írjuk fel a tejsav oxidációjának reakcióegyenletét!
3. A reakcióhő-adatok felhasználásával állapítsuk meg, milyen hatásfokkal használják fel az élesztőgombák a szőlőcukor energiatartalmát az alkoholos erjedéskor!

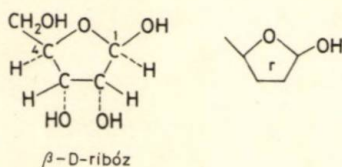
Az egyenletben a szénhidrátokat általánosan jelöljük, kiemelve a glikozidkötés kialakításában részt vevő hidroxilcsoportokat. A kettős nyíl most nem egyensúlyi folyamatot jelöl. (A felső nyíl a képződés, az alsó a hidrolízis folyamatát mutatja.) Diszacharidok képződhetnek azonos és különböző monoszacharid-molekulákból.

A gyümölcscukor fehér színű, oldatból lassan kristályosodó cukor. A legédesebb ízű a cukorszerű szénhidrátok között. Bár aldehidcsoportot nem tartalmaz, lúgos közegben kismértékben redukáló hatású, mert belső átrendeződés folytán (fruktóz-glükóz izomerizáció) aldohexózzá alakul. A folyamatot az élő sejtekben enzim katalizálja. Miután nem raktározódik a szervezetben, és oxidációja – a glükózhoz hasonlóan – energiát szolgáltat, a cukorbetegség is fogyaszthatják.

A ribóz, $C_5H_{10}O_5$

Aldopentóz.

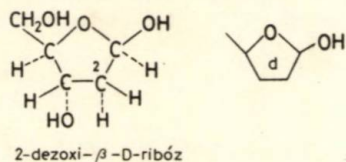
A sejtekben található ribonukleinsav (RNS) egyik alkotója. Öttagú gyűrű formájában található minden sejtben:



A 2-dezoxi-ribóz, $C_5H_{10}O_4$

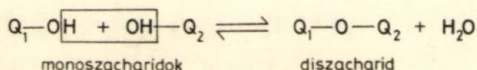
Aldopentóz.

Molekulájában a 2. szénatomon nincs oxigénatom, ennyiben különbözik a ribóztól. A nukleinsavak másik típusának, a dezoxi-ribonukleinsavnak (DNS) építőeleme. Erre is a gyűrűs szerkezet jellemző:



Kettős szénhidrátok (diszacharidok)

Molekuláik savas hidrolízissel két monoszacharid-molekulára bomlanak, illetve két monoszacharid-molekulából vízkilépéssel keletkezhetnek. Az egyik monoszacharid a glikozidos hidroxilcsoportjával, a másik vagy azzal vagy valamelyik alkoholos hidroxilcsoportjával vesz részt az ún. glikozidkötés kialakításában:



CONTENTS

<i>Dr. Andrej Burewicz – dr. György Deák: Television in chemistry study for teachers in Poland</i>	65
<i>András Victor: Teaching problems of Brönsted theory</i>	68
<i>Piroska Orsós – János Samu: The XXth International Chemical Games for Students /solutions of theoretical exercises/</i>	77
<i>Piroska Orsós – János Samu: The XXth International Chemical Games for Students /practical exercises/</i>	87
<i>Márta Rózsahegyi – Annamária Óri: New experiment of demonstration I.</i>	90
<i>Márta Rózsahegyi – Annamária Óri: New experiment of demonstration II.</i>	99
<i>Dr. Margit Erdősi -Gáspár – dr. Anna Halblender: Let we teach chemistry on experimental base</i>	106
<i>György Pick: Chemical test questions in 7th and 8th class</i>	107
<i>Judit Szunyogh-Révblér: Calderoni introduces new products</i>	109
<i>Ms. S. Mikó: Methods of gathering for chemical experiments</i>	111
<i>Review. Dr. Adam Pfeiffer: Chemistry for 2th class of grammar school.</i>	115

INHALT

<i>Dr. Andrej Burewicz – dr. György Deák: Die Rolle des Fernsehens in der Bildung der Chemielehrer in Poland</i>	65
<i>András Victor: Fragen des Unterrichts der Brönsted – Theorie</i>	68
<i>Piroska Orsós – János Samu: Die Auflösungen der theoretischen Aufgaben der XX. Internationalen Chemische Studentenolympiade</i>	77
<i>Piroska Orsós – János Samu: Praktische Aufgaben der XX. Internationalen Chemischen Studien-olympiade</i>	87
<i>Márta Rózsahegyi – Annamária Óri: Neue Demonstrationversuche I.</i>	90
<i>Márta Rózsahegyi – Annamária Óri: Neue Demonstrationversuche II.</i>	99
<i>Erdősi I/Frau/ Dr.Margit Gáspár – dr. Anna Halblender: Unterrichten wir Chemie auf Grundlage der Versuche!</i>	106
<i>György Pick: Chemieteste in der siebenten und achten Klasse</i>	107
<i>Szunyogh I/Frau/ Judit Révblér: Das Calderoni / früher Tanért/ Gerät – und Lehrmittelhersteller und Vertrieb Unternehmen macht seines neues Erzeugnis vor.</i>	109
<i>Sándor Mikó I/Frau/ jun.: Methoden der Gruppenbildung in Ausführung chemischer Studentenversuchen</i>	111
<i>Lehrbuchszekenzion I/ Dr. Ádám Pfeiffer: Chemie für II. Klasse des Gymnasiums/</i>	115

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Др. А. Буревич — Др. Дзак Д.: Роль телевидения в подготовке преподавателей химии в Польше.</i>	65
<i>Виктор А.: Некоторые вопросы обучения теории Брейнштеда.</i>	68
<i>Оршош П.— Шаму Я.: Решения теоретических заданий XX. Всемирной Олимпиады Учащихся по Химии.</i>	77
<i>Оршош П.— Шаму Я.: Практические задания XX. Всемирной Олимпиады Учащихся по Химии.</i>	87
<i>Рожакедь М. — Епи А.: Новые демонстрационные эксперименты I.</i>	90
<i>Рожакедь М. — Епи А.: Новые демонстрационные эксперименты II.</i>	99
<i>Эрдёши Др. Гаппар М. — Др. Хальблендер А.: Обучим химии по экспериментальной основе</i>	106
<i>Пик Д.: Анкеты по химии в седмом и восмом классах</i>	107
<i>Суньёгне Ревбиро Ю.: Кальдерони /раньше ТАНЕРТ/ Приготовляющее и Торговое Обединение Учебных Оборудований показывает свой новый продукт</i>	109
<i>Юн. Мико Ш.: Методы составления групп для совершения учебных экспериментов по химии</i>	111
<i>Изложение учебника /Др. Пфейфер А.: Химия для 11. класса гимназии/</i>	115

